

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ХАРЬКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»

До друку дозволяю:
проректор проф. Мигущенко Р.П.

Горлов А.С., Галица В.И.

**ДИАГНОСТИКА И ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ
ТЕХНИЧЕСКОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ
ЛЕГКОАТЛЕТОВ В СПРИНТЕ, ПРЫЖКАХ В ДЛИНУ И
МЕТАНИИ КОПЬЯ**

Учебно-методическое пособие
для студентов специальности 017 – «Физическая культура и спорт»,
тренеров и преподавателей физического воспитания

Утверждено
редакционно-издательским
советом НТУ «ХПИ»,
протокол № 4 от 15.04.2015 р.

Харьков НТУ
«ХПИ»
2016

УДК 796.42.(015)

ББК 75.711

Г 69

Рецензенты:

А.В. Кипенский, д-р тех. наук, профессор, декан факультета интегральной подготовки Национального технического университета «Харьковский политехнический институт».

В.А. Коробейник, канд. пед. наук, доцент, заведующий кафедрой циклических видов спорта, Харьковского национального педагогического университета им. Г.С. Сковороды.

У навчально-методичному посібнику наведені результати прикладних досліджень бюджетної теми НТУ «ХПІ» і можливості їх практичного використання в галузі фізичного виховання і спорту. Це дозволить фахівцям значно ефективніше проводити діагностику і педагогічний контроль щодо управління технічною та фізичною підготовкою студентів, які займаються легкою атлетикою і юних спортсменів училищ фізичної культури і спорту.

Призначено для студентів спеціальності «Фізична культура і спорт» вищих навчальних закладів, тренерів і викладачів фізичного виховання..

Горлов А.С.

Г 69 Диагностика и педагогический контроль технической и физической подготовленности легкоатлетов в спринте, прыжках в длину и метании копья [Текст] : учеб.-метод. пособие / А.С. Горлов, В.И. Галица . – Харьков: НТУ «ХПИ», 2016. – 148 с. – На руск. яз.

ISBN 978-617-05-0169-1

В учебно-методическом пособии приведены результаты прикладных исследований бюджетной темы НТУ «ХПИ» и возможности их практического применения в области физического воспитания и спорта. Это позволит специалистам более эффективно осуществлять диагностику и педагогический контроль управления технической и физической подготовленностью студентов, занимающихся легкой атлетикой и юных спортсменов в училищах физической культуры и спорта.

Предназначено для студентов специальности «Физическая культура и спорт» высших учебных заведений, тренеров и преподавателей физического воспитания.

Ил. 49. Табл.: 35. Библиогр.: 91 назв.

УДК 796.42.(015)

ББК 75.711

© А.С. Горлов,
В.И. Галица 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1. Анализ методов и технических средств, применяемых для исследования состояния атлета и параметров его спортивных движений.....	9
1.1 Средства и методы изучения биомеханических характеристик движений спортсменов	11
1.2 Методы изучения у спортсменов физиологических состояний во время тренировочной и соревновательной деятельности	20
1.2.1 Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы	24
1.2.2 Оценка функционального состояния дыхательной системы	41
1.2.3 Оценка биохимического контроля состояния спортсмена	46
2. Разработка методики применения электронно-оптической системы измерения кинематических параметров движений спортсмена	56
2.1 Интеллектуальные оптические створы для измерения временных интервалов	56
2.2 Электронно-оптическая система «Оптическая дорожка» для измерения времени опорных и безопорных периодов беговых шагов атлетов	60
3. Создание методики видеоанализа биомеханики движений спортсмена	65
3.1 Особенности применения скоростной видеосъемки движений спортсмена	65
3.2 Разработка методики видеоанализа движений с помощью принципа пропорциональности в кинематических измерениях и применения компьютерных программ векторной графики	69
4. Создание интерактивной диагностической системы для управления спортивными движениями	77
4.1. Интерактивный тренажер для организации оптимально-максимальной скорости разбега атлета в прыжках в длину	77

4.2. Интерактивный тренажер для организации контроля и учета расчетной дальности и интенсивности приложенных усилий в метании копья.....	79
4.3 Создание технологии расчета биомеханических моделей спортивных движений с использованием программного комплекса «КИДИМ»	84
5. Применение разработанных инновационных методик и технологий в практике легкоатлетического спорта	90
5.1 Электронно-оптическая система «оптический створ» в констатирующем эксперименте по изучению соревновательной деятельности украинских бегунов на короткие дистанции 100 м	91
5.2 Электронно-оптическая система «оптическая дорожка» в диагностике технической эффективности старта и стартового ускорения юношей-спринтеров старшей возрастной группы	98
5.3 Управление и биомеханический контроль с помощью интерактивной системы экспресс диагностики кинематики движений спортсменов в прыжках в длину с разбега	108
5.4. Применение цифровых технологий в оптимизации беговой нагрузки восстановительных микроциклов подготовительных периодов в тренировочном процессе юношей-бегунов на короткие дистанции (100-200 м)	116
Список информационных источников	127
Приложение А ₁	138
Приложение А ₂	143
Приложение Б ₁	149
Приложение Б ₂	149
Приложение Б ₃	150
Приложение В ₁	150
Приложение В ₂	151
Приложение Г ₁₋₇	152

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, СИМВОЛОВ, ЕДИНИЦ, СОКРАЩЕНИЙ И ТЕРМИНОВ

ИК – инфракрасный излучатель;
ПУ – пульт управления;
УЗ – ультразвуковой излучатель и приемник;
РЧ – радиочастотный канал связи;
ОЦМТ – общий центр массы тела;
ОЦТ – общий центр тяжести;
КИДИМ – кинематика, динамика механизмов;
ОФП – общефизическая подготовка;
СФП – специально-физическая подготовка;
КОМС – критерий оптимально-максимальной скорости;
СТП – стандартно-тренировочная проба;
ТИК – тренажерно-исследовательский комплекс;
ИВК – измерительно-вычислительный комплекс;
IBP – International biology program;
ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения;
МПК – максимальное потребление кислорода;
ПАНО – порог анаэробного обмена;
ЖЕЛ – жизненная емкость легких;
рН – значение кислотно-щелочного баланса;
КОС – кислотно-основной состав;
ИГСТ – индекс гарвардского степ теста;
ВСП – вариабельность сердечного ритма;
ФП – функциональные пробы;
АД – артериальное давление;
ВНД – высшая нервная деятельность;
ЖЕЛ – жизненная емкость легких;
МОД – минутный объем дыхания;
МВЛ – максимальная вентиляция легких

ВВЕДЕНИЕ

Движущей силой современной теории и практики тренировочного процесса в спорте, во многом определяющей меру эффективности и уровень соревновательных достижений спортсменов различной квалификации, является все ускоряющийся научно-технический прогресс и его глобализация. При этом наглядно проявляется связанная с ним объективная тенденция значительного повышения роли измерительно-исследовательских комплексов в системе подготовки спортсменов.

Анализ передовой практики спорта и результатов исследований, проведенных в последние годы, позволяет утверждать, что основным резервом совершенствования системы спортивной подготовки является разработка и внедрение научных основ ее управления. Эффективность управления процессом спортивной тренировки на любом этапе многолетней подготовки связана с четким количественным выражением структуры тренировочной и соревновательной деятельности, характерной для конкретной дисциплины того или иного вида спорта. Самая главная задача управления – постоянное сбалансирование программы тренировки с состоянием и возможностями спортсмена [27, 67, 71].

Чтобы соизмерить ежедневную тренировочную нагрузку с возможностями спортсмена, надо постоянно оценивать степень его восстановления. Пока что тренеры и спортсмены не имеют портативных универсальных аппаратов, позволяющих ежедневно быстро оценивать уровни восстановления работоспособности. Очень существенным является определение работоспособности спортсмена посредством выполнения установленной индивидуальной стандартной тренировочной пробы (СТП) 1–3 раза в неделю (Н.Г. Озолин, 2002). Являясь органической частью подготовки спортсменов, СТП должна постоянно применяться в тренировке на протяжении года. Только в этом случае будет наглядно раскрываться динамика тренированности, что позволит тренеру, спортсмену, врачу,

ученому судить о ходе развития спортивной формы, анализировать процесс подготовки и вносить в него изменения [66, 68].

Современный уровень спортивной тренировки уже не в состоянии продуктивно использовать консервативные средства и методы диагностики важнейших видов подготовленности спортсменов различной квалификации и специализации. В настоящее время опубликованы научные работы, связанные с результатами исследований по изучению математического программирования и моделирования тренировочного процесса, закономерностей развития адаптации, педагогических и функциональных критериев оценки эффективности восстановительных микроциклов подготовительных периодов годичного цикла тренировки юных бегунов на короткие дистанции используя новейшие цифровые технологии. Это позволяет открывать и совершенствовать новые подходы к современным инструментальным технологиям управления подготовкой спортсменов с учетом более объективной реализации в тренировочном процессе принципа спортивной индивидуализации [28, 29, 30, 31, 32].

Однако в современном мире развития измерительной и вычислительной техники, а также коммуникационных систем удивительным выглядит тот факт, что специалисты спорта крайне медленно внедряют современные технические решения, могущие помочь наставникам, как при отборе, так и при подготовке атлетов. Именно по этой причине на постсоветском пространстве процент атлетов, перешедших из юношеского во взрослый спорт на порядок ниже, чем в развитых странах мира. Основной проблемой, вследствие которой не наблюдается прогресс в этой области, кроме недофинансирования, является отсутствие простых в обслуживании, но при этом высокоинформативных диагностических приборов, а также технических специалистов, которые могли бы не только обслуживать технику, но и интерпретировать полученную информацию. Своевременное информирование спортсмена позволит не только оградить его от травм и

перенапряжений, но и подвести пик его технической кондиции и спортивной формы к самым ответственным стартам сезона [27, 43, 71].

Надо сказать, что эффективность полноценной подготовки спортсменов зависит от функционирования всех компонентов системы управления и контроля. Согласно современным представлениям управление – это конкретный целенаправленный процесс руководства определенным объектом, обеспечивающий достижения необходимого результата. Система управления представляет собой совокупность тесно взаимосвязанных действий по выработке, принятию, реализации и контролю управляющих решений. Комплексный контроль – одно из важнейших звеньев (подсистем) системы управления подготовкой спортсменов высокого класса. Структурные элементы системы управления определяют последовательность действий, необходимых для перевода спортсмена с одного уровня мастерства или подготовленности на другой качественно новый уровень. В целом они обеспечивают упорядочение организации учебно-тренировочного процесса, направленного на достижение поставленной цели [42, 43, 71].

Учебно-методическое пособие подготовлено на основе материалов бюджетной темы НТУ «ХПИ» 2012–2013 гг. по разработке инновационных средств и методов диагностики ведущих направлений подготовленности спортсменов различной квалификации и специализации (№ Гос. регистрации 0112U000398). Материалы пособия будут способствовать расширению представлений о совершенствовании комплексного контроля в системе индивидуальной подготовки спортсменов-легкоатлетов в спринтерском беге, прыжках в длину с разбега и метании копья. Основные его положения являются в настоящий период времени достаточно актуальными и, в какой-то мере, будут использованы специалистами для улучшения качества управления основными видами подготовленности юных и взрослых спортсменов в легкой атлетике.

1. АНАЛИЗ МЕТОДОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ АТЛЕТА И ПАРАМЕТРОВ СПОРТИВНЫХ ДВИЖЕНИЙ

Знание методологии, принципов и средств информационных и компьютерных технологий является принципиально важным условием эффективной деятельности будущих специалистов в области физической культуры и спорта, что особенно необходимо для более качественной реализации на практике мероприятий, связанных с учебно-методической, научной и физкультурно-спортивной деятельностью (рис. 1.1) [16, 41, 50].



Рисунок 1.1 –
Биомеханический контроль
техники спортсмена при
метании диска

Перспективным подходом к решению проблем унификации и стандартизации в спорте уже давно стало создание и внедрение в процесс подготовки и комплексных обследований спортсменов автоматизированных тренажерно-исследовательских стендов-комплексов, унифицированных по группам видов спорта. Такое направление получило свое развитие с конца прошлого столетия в стенах научно-исследовательского института физической культуры и спорта в Москве (И.П. Ратов, В.В. Иванов, В.С. Родиченко 1982, 1984) [43, 71]. Под унифицированным *тренажерно-исследовательским комплексом* (ТИК) понимается система определенным образом взаимосвязанных, унифицированных по родственным группам видов спорта технических средств измерения информативных параметров комплексного контроля подготовленности спортсменов, технических средств моделирования экстремальных условий соревновательной деятельности, средств автоматической обработки информации, отображения ее в удобном для

восприятия тренера и спортсмена виде а так же средств формирования адекватных управляющих (корректирующих) воздействий на спортсмена.

Одна из задач ТИК является учет современных тенденций к многопараметрической оценке состояния организма на основе использования типовых *измерительно-вычислительных комплексов* (ИВК). В различных странах делаются попытки создания пяти модификаций унифицированных ТИК соответственно для пяти основных групп видов спорта (циклических, скоростно-силовых, единоборств, игровых и со сложной координацией движений). Эти комплексы необходимо размещать в специализированных залах-лабораториях.

Один из реальных и эффективных путей решения задач унификации и стандартизации обследований является разработка и внедрение так называемых малых диагностических комплексов. Например, таких, как *психодиагностический* комплекс «Тонус-НЦ-Электроника-1100»; *диагностические* комплексы фирмы «Медикор» (Венгрия) – КТД-2 и КТД-8 для физиологических исследований, ЛТД – для биохимических исследований крови и мочи; комплекс для биомеханического анализа и контроля спортивной техники и движений фирмы «Нак Спортас» (Япония) или «Атлет-2» (Россия); комплекс для *автоматической обработки* и биомеханического анализа видео-записей спортивных движений «НАК-200» (Япония); динамометрические комплексы фирмы «Кистлер» и др. [43].

В целом, при осуществлении унификации возникает несколько проблем. Первая проблема обусловлена отсутствием единого критерия унификации, что предопределяет необходимость осуществлять ее по нескольким уровням. Такими уровнями являются унификация по *группам видов спорта* (циклические, скоростно-силовые, игровые, единоборства и сложно-координационные); по *подсистемам контроля* (педагогического, медико-биологического, биомеханического, биохимического и психологического); в соответствии с *видом контроля* (текущего, оперативного, этапного и углубленного комплексного обследования) [42,44].

Вторая проблема унификации заключается в трудности разработки и приобретения необходимой аппаратуры для создания унифицированных информационно-измерительных комплексов в видах и группах видов спорта. Работа в этом направлении показывает, что основные трудности находятся в области унификации даже не технических, а методических требований, причем расхождения мнений специалистов по этим вопросам весьма часто субъективны и неоднозначны.

Третья проблема обусловлена тем, что еще не во всех видах спорта выявлены и научно обоснованы информативные критерии различных сторон подготовленности спортсменов различной квалификации. И, наконец, четвертая проблема – организационная, она связана с вопросами организации работ по унификации. К сожалению, до настоящего времени в Украине в отрасли «Физическая культура и спорт» унификация отсутствует, что в значительной степени затрудняет организацию, планирование и управление работами по унификации параметров, методов и средств контроля подготовленности спортсменов различной квалификации [44].

1.1 Средства и методы изучения у спортсменов биомеханических характеристик движений

В учебно-методическом пособии, на примере основных фрагментов выполненной в 2012-2013 гг. бюджетной темы НТУ «ХПИ» М0501, будет акцентироваться внимание специалистов на разработке средств и методов диагностики технической и физической подготовленности спортсменов различной квалификации и специализации. В циклических и скоростно-силовых дисциплинах, каковыми являются бег на короткие дистанции, прыжки в длину с разбега и метание копья, трудно обойтись без информационно-диагностических систем, позволяющих предоставить спортсменам и их тренерам информацию о текущем состоянии его скоростно-силовой и технической подготовленности. Такие системы представлены достаточно широко, хотя находятся на весьма примитивном

уровне. В арсенале тренера часто присутствуют секундомер и рулетка. Для начального уровня подготовки такого инструментария может быть и достаточно. Но вот для подготовки атлетов на уровне высших спортивных достижений для исключения влияния человеческого фактора в процессе измерений становится необходимым использовать электронно-оптический хронометраж.

Как известно, в *циклических* и *скоростно-силовых* видах спорта педагогический и биомеханический контроль предполагает измерения большого количества параметров представленных в таблицах приложения A_1 и A_2 . В беге на короткие дистанции, педагогический контроль осуществляется с учетом измерений времени (скорости) прохождения дистанции и отдельных ее отрезков, темпа и ритма движений, длины шага, числа двигательных циклов на заданном отрезке дистанции и различных параметров тренировочных нагрузок. *Методами* такого контроля могут быть фотохронометрия, видеоманнитоскопия, подометрия, кинематография, ихнография и др. [27, 43].

Биомеханический контроль предполагает подробное изучение кинематических и динамических характеристик движений спортсменов а, следовательно, определение временных, пространственных, пространственно-временных, инерционных и силовых биомеханических показателей. Среди таких показателей в спринтерском беге могут быть: векторы усилий при опорных взаимодействиях ног спортсмена с дорожкой стадиона или крытого манежа; упруго-вязкие свойства мышц; силы лобового сопротивления воздуха; линейные и угловые перемещения; значения скорости, ускорения тела и его звеньев; параметры межмышечной и внутримышечной координации и др. *Методами* изучения биомеханических показателей являются динамометрия (динамография), акселерометрия, гониометрия, тахокорпография, спидометрия, осцилокорпография, кинематография, видеоманнитоскопия, радиотелеметрия.

У спортсменов-прыгунов в длину с разбега и метателей копья педагогический контроль включает в себя изучение параметров разбега и разгона снаряда (количество беговых шагов, поворотов, скорость на последних шагах, их темпо-ритмовая структура); параметров направления и амплитуды финального усилия (углов вылета, атаки, пространственного расположения копья, углов постановки, амортизации, отталкивания и вылета прыгуна); начальной скорости вылета снаряда, длины беговых шагов, времени (скорости) пробегания и числа шагов на участках дистанции. *Методами* изучения являются: подометрия, фотохронометрия, электрохронометрия, динамометрия, дистанциометрия, темпометрия, сейсмография, видеомагнитоскопия, кинематография, электрогониометрия [43].

Биомеханический контроль может осуществляться с помощью изучения: вектора усилия при взаимодействии с опорой или снарядом; продолжительности опорных и безопорных периодов беговых шагов; угла и скорости вылета ОЦТ в прыжках; угловых и линейных перемещений; скорости и ускорения и его звеньев; величины «взрывной» силы; параметров межмышечной координации по электромиографии; упруго-вязких свойств мышц. *Методы:* динамометрия, акселерометрия, гониометрия, подометрия, фотохронометрия, кинематография, видеомагнитоскопия и др.

Например, в научной лаборатории кафедры физического воспитания НТУ «ХПИ» разработана и применяется на практике методика электронно-оптического хронометрирования (рис. 1.2). Для контроля скорости преодоления коротких дистанционных отрезков устанавливаются оптические створы двойного луча



Рисунок 1.2 – Электро-хронометраж беговых видов легкой атлетики на чемпионате Украины

в начале и конце отрезка дистанции. Атлет, пробега контрольный отрезок, пересекает оптическую ось, в тот миг, когда хронометр фиксирует время от одного до другого пересечения и предоставляет результат пробежки с дискретностью 1/1000 секунды.

Для измерения взрывной силы атлета в лаборатории разработан и применяется электронный тест Абалакова – прыжок в высоту с места (рис.



Рисунок 1.3 – Платформа и цифровое табло прыжка вверх по Абалакову

1.3). Результат прыжка в сантиметрах дает возможность сравнивать состояние атлета, в частности состояние самых мощных групп мышц – ягодичных, четырехглавых и спины в разные дни подготовки. Для беговых видов спорта, прыжков и метаний в лаборатории разработаны и получили широкое распространение показчики и табло, информирующие атлета о

количестве оставшихся кругов преодоления различных дистанций, времени одного круга по дистанции, а также информирующие о результатах попыток в прыжках или метаниях (рис.1.4). В НТУ «ХПИ» были разработаны также системы для измерения опорных параметров беговых шагов спортсмена. Речь об этом пойдет во втором разделе учебного пособия.



Рисунок 1.4 – Многофункциональное световое табло лаборатории кафедры физического воспитания НТУ «ХПИ»

При выборе направлений исследований необходимо брать во внимание цель, которую исследователь предполагает достигнуть в процессе этой

работы. Так, кинематические исследования дают возможность выявить некоторые технические особенности выполнения спортивного движения атлета и создавать на их основе биомеханические модели для сравнения. В то же время хронометрирование и измерение расстояний дает возможность относительно скорости характеризовать функциональные кондиции атлета. Измерение же уровня ускорений в звеньях тела спортсмена при выполнении движения характеризует его интенсивность (рис. 1.5), а пульсометрия и ритмовая диагностика позволяют определять реакцию сердечно-сосудистой системы на выполненную нагрузку с известной интенсивностью.

Следует отметить, что инновационные средства и методы диагностики технической и тактической подготовленности спортсменов базируются на использовании теории построения движений, биомеханических закономерностей движения спортсменов, теории искусственной управляющей среды. В настоящее время

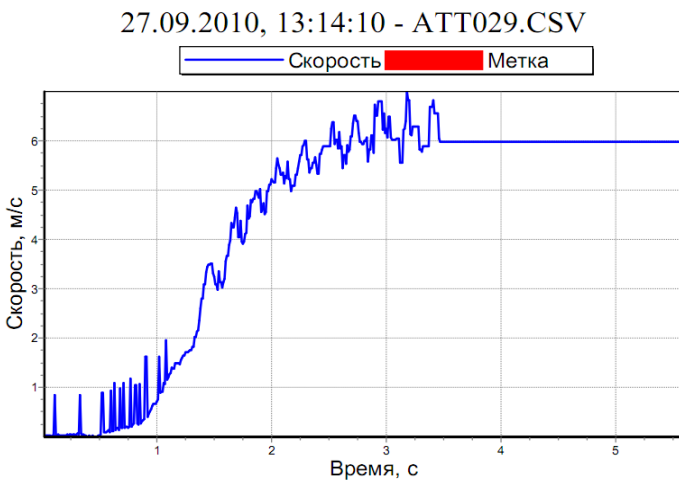


Рисунок 1.5 – Градиент скорости в стартовом ускорении при беге с низкого старта



Рисунок 1.6 – Цифровая фотокамера «Fine-Pix» HS20EXR

видео-метод и основанные на нем современные видео-анализирующие системы является главными для анализа изменения кинематических параметров движений (рис. 1.6).

В рамках научной лаборатории кафедры физического воспитания НТУ «ХПИ» были проанализированы технические возможности метода исследования кинематических параметров движения спортсмена (спортивного снаряда) с использованием видеообработки скоростной съемки при работе с компьютерными программами векторной графики (рис. 1.7). Деятельность элитных спортсменов требует



Рисунок 1.7 – Положение окончания финального усилия у спортсмена при метании копья

непрерывного обновления исследовательских технологий. Важное место в этом процессе научного обеспечения занимает биомеханика. Спортивная биомеханика позволяет анализировать особенности движений спортсмена. Двигательные действия человека представляют собой сложную систему взаимно связанных активных движений и положений его тела.

Данный раздел знания базируется на анатомии, физиологии и фундаментальных научных дисциплинах — физике (механике), математике, теории управления. До недавнего времени использование технологий видео-захвата движений было делом весьма затратным. Стоимость оборудования таких комплексов, как PowerChalk, Hudl, DartFish, V1, MotionPro и др. являются неприемлемой для бюджетов спортивных исследовательских организаций. Поэтому в данном аспекте оптимальным оказалось программное обеспечение «Kinovea» [40, 54]. Это бесплатное решение с открытым исходным кодом для анализа движений в спорте уже широко используется тренерами и атлетами, чтобы регистрировать, анализировать или корректировать двигательную функцию атлета. Интегрированный пакет «Kinovea» позволяет просматривать запись тренировки или состязания, при этом поддерживаемые файлы выводятся на экран как анимированные миниатюры. Менеджер программы позволяет упорядочивать кадры

изображения по тегу (признаку, ярлыку, ключевому слову) и сохранять закладки каталогов, к которым часто обращается пользователь, для быстрого поиска.

Телевизионные средства управления дают возможность сосредоточиться на определенном действии в пределах видеозаписи и просматривать элементы движения как фрейм или в замедленном темпе, а также сохранять в виде скриншотов. Программный пакет «Kinovea» воспроизводит любой файл в исходном формате и, таким образом, нет необходимости углубляться в технические аспекты в виде форматов и кодеков. Инструменты для рисования позволяют размечать видео, прибавляя стрелки, описания и другой контент к исследуемому материалу. Специальная строка измерений и встроенный в программу хронометр дают возможность точно измерять расстояния и время записи, предварительно введя информацию о заданной скорости съемки исследуемого видеоролика. Автоматизированный инструментальный слежения позволяет отслеживать траектории движения и скорости исполнения каждого элемента или звена (рис. 1.8 и 1.9).



Рисунок 1.8 и 1.9 – Кинематические модели расчета пространственных и временных параметров движений в прыжках в длину с разбега у юношей и в барьерном беге у женщин на дистанции 100 м

Для последующей более глубокой проработки сохраненных фреймов и скриншотов достаточно успешно может использоваться векторный графический редактор CorelDRAW (рис. 1.10). Все изображения, с которыми работают программы машинной графики, разделяются на два класса:

растровые и векторные. Используя растровое изображение исследуемого спортивного движе-

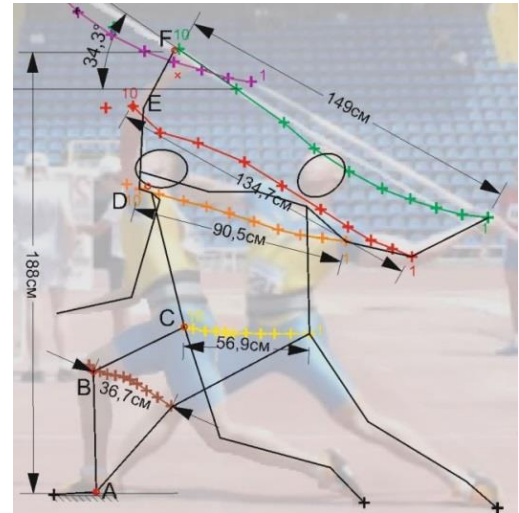


Рисунок 1.10 – Кинематическая модель траектории движения в отдельных звеньях тела спортсмена-копьеметателя в финальном усилии

ния в отдельном слое, программа позволяет подобно кальке производить требуемые манипуляции векторной графики. Векторным изображением в компьютерной графике принято называть совокупность более сложных и разнообразных геометрических объектов. Важнейшая особенность векторной графики состоит в том, что для каждого объекта или класса геометрических объектов определяются управляющие параметры, конкретизирующие его внешний вид. Для окружности такими управляющими параметрами являются диаметр, цвет, тип и толщина линии, а также цвет внутренней области. Термин «объектно-ориентированный» понимается в том смысле, что все операции в процессе создания и изменения изображений пользователь выполняет не с изображением в целом и не с его мельчайшими частицами — пикселями изображения, а с объектами — семантически нагруженными элементами изображения (см. рис. 1.10). Начиная со стандартных объектов (кругов, прямоугольников, текстов и т. д.), пользователь может строить составные объекты (например, траекторию движения спортивного снаряда) и, предварительно сгруппировав, манипулировать ими как единым целым.

Таким образом, изображение становится иерархической структурой, на самом верху которой находится векторное изображение в целом, а в самом

низу – элементарные объекты. Для последующего удобства работы целесообразно каждую группу объектов, объединенную общими характеристиками, размещать в отдельном слое. Возможность программы оперативно отключать требуемые слои, т.е. делать их невидимыми, позволяет организовывать своеобразную анимацию для отдельных фрагментов движений атлета. Таким образом программа предоставляет возможность не только обрабатывать и исследовать записанную видеоинформацию, но и обучать и совершенствовать спортсменов в технике спортивных движений посредством просмотра созданных анимированных образов этих движений. На основе таких образов создаются программы по совершенствованию кинематических и динамических характеристик движений спортсменов.

1.2 Методы изучения физиологических состояний у спортсменов во время тренировочной и соревновательной деятельности

Ранее в отечественной истории спортивная наука находилась на достаточно высоком уровне, что отражалось в громких победах наших спортсменов на Олимпийских аренах. Не секрет, что долгое время приоритетными направлениями мировой спортивной науки оставались биохимия и фармакология. В настоящий период мир изменился в сторону гуманизации спорта. Сегодня становятся все более востребованными здоровьесберегающие технологии как в виде современных диагностических средств и интерактивных тренажеров, позволяющих информировать атлетов об изменениях их функциональных кондиций прямо в процессе выполнения спортивных упражнений, так и методических инноваций. Последние будут наиболее эффективны лишь при условии применения информационных технологий, таких как экспресс–диагностика, сбор данных, статистический анализ, создание баз данных с возможностью оперативного доступа к ним [19, 54]. В *циклических* и *скоростно-силовых* видах спорта, каковыми являются бег на короткие дистанции (спринт), прыжки в длину с разбега и

метание копья, *медико-биологический* контроль физической подготовленности спортсменов предполагает измерения большого количества параметров, представленных в таблицах приложения А₁ и А₂.

Следует также отметить, что в рамках Международной биологической программы (IBP) работает секция, которая изучает приспособляемость человека к различным условиям внешней среды. Во многих странах мира изучается уровень физической работоспособности разных слоев населения. Путем сопоставления состояния здоровья людей и объема их повседневной физической активности установлено, что между уровнем физической работоспособности и распространением сердечно-сосудистых заболеваний существует тесная отрицательная корреляция. Поэтому с целью профилактики болезней сердечно-сосудистой системы и опорно-двигательного аппарата выдвигается задача повышения физической работоспособности.

Здоровье – это наличие у человека физического, психического и социального достатка (ВОЗ, 1968). Как известно, физическое и психическое благополучие напрямую коррелирует с физической культурой и спортом. По разным социологическим данным смертельными угрозами для здоровья человека в настоящее время являются на 70 % сердечно-сосудистые заболевания, на 25 % раковые болезни и только на 5 % трагические случаи при авариях и катастрофах. По инициативе ВОЗ международными группами экспертов разработаны несложные методы, которые можно с успехом применять в клинической и физкультурной практике исследования работоспособности [11, 13].

Особое место проблема физической работоспособности занимает в спорте, так как любое физическое упражнение есть проявление работоспособности спортсмена. Физическая работоспособность отражается в его общей и специальной физической подготовленности. В зависимости от специфики вида спорта общефизическая подготовленность (ОФП) в большей или меньшей степени влияет на тренированность спортсмена и через нее – на

спортивные результаты. В совокупности со спортивными результатами и данными, полученными при спортивно-педагогическом контроле, определение физической работоспособности необходимо для оценки состояния подготовленности спортсмена и управления его тренировочным процессом [27, 31]. Наряду с качественными показателями, определяющими состояние так называемого статического здоровья, определяемого в условиях мышечного покоя, все большее значение приобретает понятие «динамическое здоровье». Оно определяется количественной характеристикой адаптационных возможностей организма. Для того чтобы получить представление о «динамическом здоровье», необходимо исследовать не только состояние органов и систем, но и их работоспособность.

Факторы, определяющие физическую работоспособность и тренированность, частично совпадают. Это относится, например, к состоянию здоровья, аэробной и анаэробной производительности, силе мышц, мотивации т.д. Однако в каждом конкретном виде спорта определяющим является один из, так называемых, аспектов тренированности: *педагогический* (техника спортивных упражнений и соревновательная тактика), *психологический* (психическое состояние спортсменов, их совместимость в команде, мотивация) или *медицинский* (морфофункциональное состояние основных физиологических систем организма, т. е. физическая работоспособность). Так, например, в беге на длинные дистанции решающую роль играет состояние системы транспорта кислорода, а также мощность, емкость и эффективность процессов аэробного и анаэробного энергообразования, в то время как техника бега, психическое состояние бегуна имеют лишь второстепенное значение (В.С. Фарфель, 1972).

Для понимания процесса подготовки спортсмена – нагрузки, восстановления и суперкомпенсации, представлены графики изменения во времени основных показателей спортсмена, таких как уровень концентрации

креатинфосфата в мышечных клетках, уровень физической тренированности организма и процентное содержание неповрежденных митохондрий – энергодепо в клетках мышц (рис. 1.11)

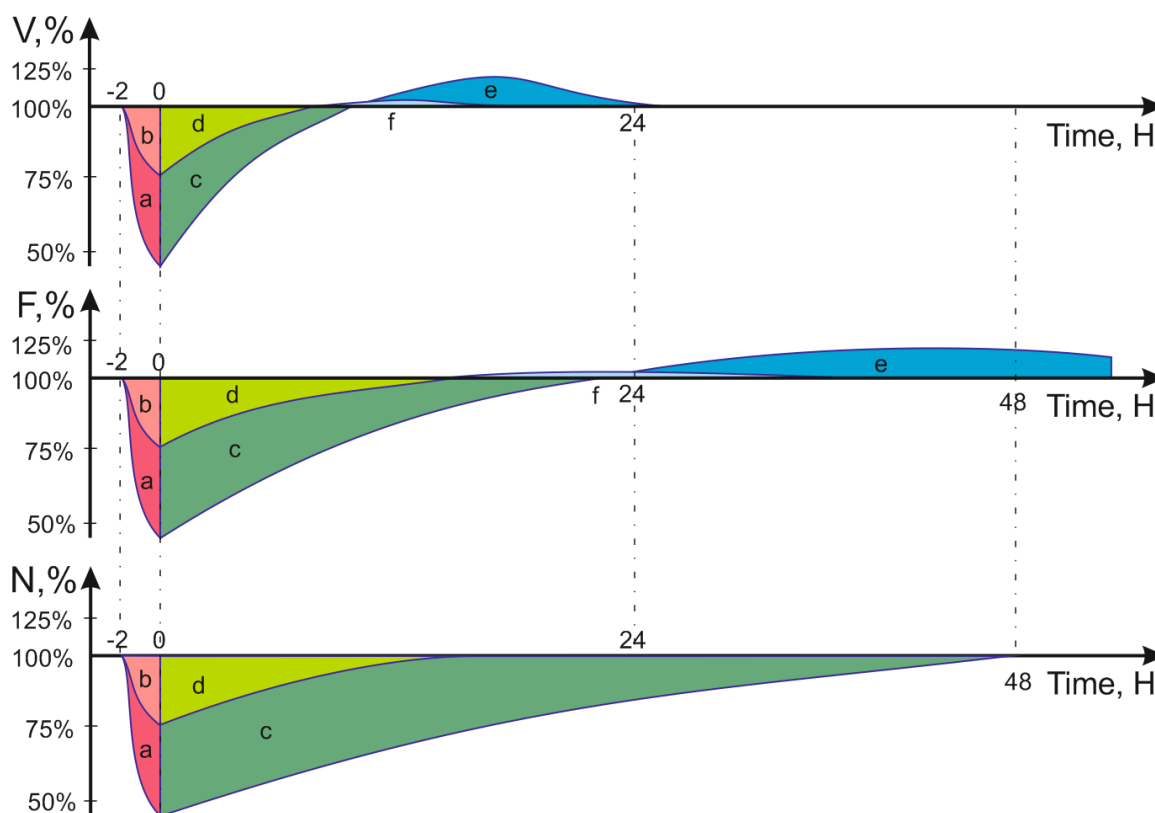


Рисунок 1.11 – График, представляющий гетерохронизм адаптации мышечных тканей, участвующих в физических упражнениях: V – уровень концентрации креатинфосфата; F – уровень физической подготовленности; N – количество неповрежденных митохондрий; H – время в часах; a – период полной нагрузки; b – период легкой нагрузки; c – период восстановления после полной нагрузки; d – период восстановления после легкой нагрузки; e и f – периоды суперкомпенсации.

На графиках можно наблюдать, что различные показатели имеют разное время восстановления, которое может меняться как от объема, так и от интенсивности нагрузки. Основная задача тренера – подобрать такой режим тренировки атлета, чтобы его период суперкомпенсации максимально совпадал со следующей тренировкой в рамках установленного микроцикла и таким образом функционал атлета постоянно повышался и достиг пика к ответственным соревнованиям (рис.1.12) [90, 91].

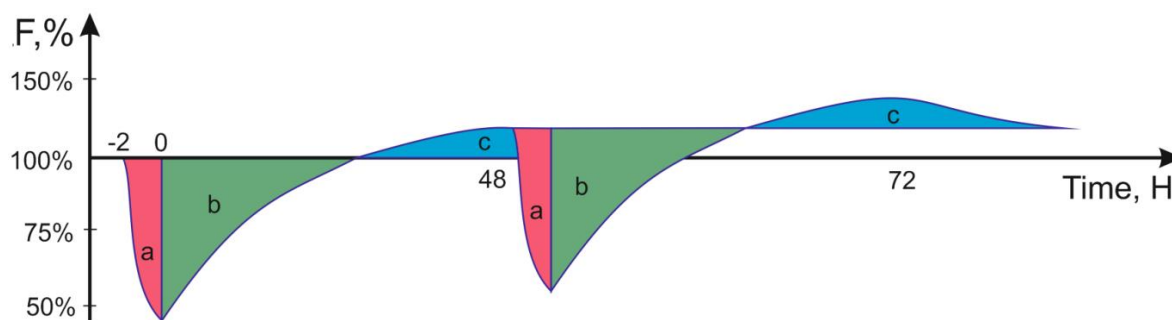


Рисунок 1.12 - График наращивания спортивной формы при повторных нагрузках в периоды наибольшей суперкомпенсации: F – уровень физической подготовленности; H – время в часах; a – период полной нагрузки; b – период восстановления после полной нагрузки; c – периоды суперкомпенсации.

Обращаясь к спринтерскому бегу, прыжкам в длину с разбега и метанию копья, решающими в этих видах легкой атлетики является не только физиологические, но и педагогические аспекты, т. е. техника выполнения упражнений. Значение психического состояния спортсмена проявляется не в максимуме усилий, а в умении сохранить полную координацию движений в сложных условиях соревновательной деятельности [11, 70].

Однако, рассматривая физиологический аспект тренировки, надо отметить, что важнейшим разделом спортивной медицины является функциональная диагностика, и в частности тестирование функциональной готовности, физической работоспособности и других характеристик функционального состояния организма спортсмена. С этой целью в настоящее время в спорте широко представлены диагностические системы медицинской направленности для контроля жизненно важных показателей таких как рост, вес, ЖЕЛ, МПК (максимальное потребление кислорода), ПАНО (порог анаэробного обмена), пневмотахометрия, артериальное давление, пульсометрия, электрокардиография, анализ крови на концентрацию мочевины, содержание следов применения запрещенных препаратов и др. Бесспорно, экспресс-диагностика важна, более того, крайне необходима на регулярной основе в тренировочной и соревновательной деятельности атлетов [51, 76, 78].

В спортивной медицине еще часто встречается диагноз «практически здоров». Подобным диагнозом может быть замаскирован кариес зубов, гайморит и другие фокальные очаги. Поэтому при комплексном углубленном медицинском обследовании (КУМО) спортсменов высокого класса, а также детей и подростков здоровыми следует признать только тех, у кого действительно после оценки результатов всех доступных методов исследования не обнаружено никаких отклонений. Исключением в этом отношении можно считать последствия хирургических вмешательств и травм, которые иногда не мешают спортсменам добиваться результатов даже мирового класса. Существует целый ряд методик, позволяющих следить за состоянием здоровья и подготовленностью атлета при занятиях спортом (рис. 1.13) [14, 58, 71].

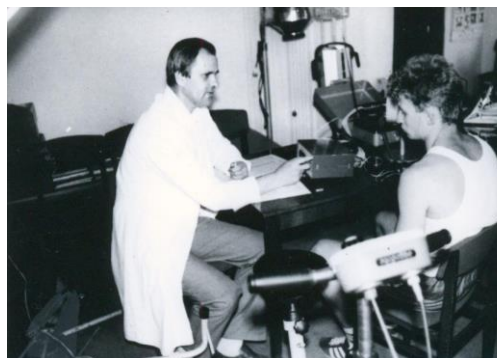


Рисунок 1.13 – Физиологические исследования состояния спортсменов НТУ «ХПИ» в научной лаборатории кафедры физического воспитания

1.2.1 Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы.

Постоянные физические нагрузки, несомненно, оказывают влияние на анатомию и физиологию внутренних органов и в первую очередь на сердечно-сосудистую систему. В период спортивной тренировки сердце подвергается повышенным напряжениям. Для обеспечения мышечной работы необходим постоянный приток артериальной крови, снабжающей мышцы кислородом и питательными веществами. Помимо этого, интенсивное кровоснабжение обеспечивает одновременное удаление вредных продуктов, например, молочной кислоты и углекислого газа. Понятно, что чем интенсивнее тренировка, тем больше нагрузка на миокард: увеличение скорости кровотока происходит путём учащения сердечных сокращений и возрастанием объема крови, выбрасываемой желудочками [61, 74, 79].

Сердце спортсменов адаптировано к выполнению большой физической работы. Правильно подобранный режим и методически продуманные систематические тренировки укрепляют деятельность сердечной мышцы, развивая её резервные механизмы, которые, несомненно, велики. На увеличение нагрузки миокард реагирует повышением ударного сердечного объема и силы выброса, возрастанием частоты сердечных сокращений (ЧСС). После завершения спортивных тренировок все функциональные показатели сердечно-сосудистой системы вскоре возвращаются в норму [39].

Диагностику функционального состояния сердечно-сосудистой системы как детского, так и взрослого контингента проводят медицинские работники. Однако тренеры также должны владеть доступными методами определения ЧСС, артериального давления, знать основные показатели гемодинамики, которые определяют эффективность системы транспортировки кислорода, и задействовать их в системе этапного, текущего и оперативного контроля во время тренировочной и соревновательной деятельности. Необходимо так же учитывать и то обстоятельство, что маленькое сердце имеет и меньший систолический объем крови. Например, адаптация системы кровообращения к нагрузкам у юношей с малым сердцем проходит с большим напряжением и менее экономно. Увеличение минутного объема во время нагрузки у них происходит преимущественно за счет частоты сокращений, одновременно объем систолического выброса крови значительно меньший, чем у ровесников с нормальными размерами сердца (Hofman, Walter et al. 1987; Дж. Х. Уилмор, Д.Л. Костилл, 1997 и др.) [51].

Как известно, **определение ЧСС** позволяет осуществлять мониторинг за реакцией сердечно-сосудистой системы на тренировочные нагрузки. Кроме того, ее тесная связь с уровнем метаболизма делают ЧСС удобным побочным показателем расхода энергии, а также способом прогнозирования МПК. Методики на основе определения и учета ЧСС являются незамени-

мыми для определения качества физической подготовки и преемственности тренировочных программ у спортсменов различной квалификации и специализации.

Субмаксимальные значения ЧСС у юных спортсменов с возрастом снижаются (Бар-Ор, Роуланд 2009). Как показано на рисунке 1.14, ЧСС у 8-летнего ребенка может быть на 40–30 уд/мин выше, чем у юного спортсмена 18 лет, который может выполнять

идентичную нагрузку. Если физические упражнения выполняются в условиях высокой температуры и влажности, ЧСС становится более высокой, чем, если бы они выполнялись в оптимальных условиях внешней среды. Как у детей, так и взрослых в момент возбуждения и страха ЧСС увеличивается на 20–40

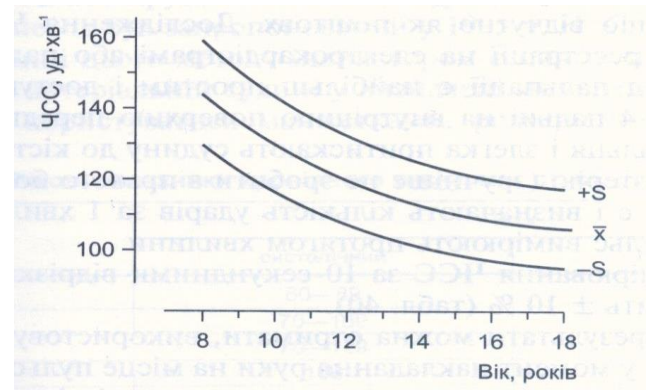


Рисунок 1.14 – Субмаксимальный уровень ЧСС и возраст; обследовались в Германии мальчики и юноши 8-18 лет ($n = 237$). Испытуемые выполняли упражнения на велоэргометре при 29,4 Вт

уд/мин. На уровень ЧСС также влияет и активная мышечная масса. В момент выполнения физических нагрузок стандартной мощности небольшой группой мышц ЧСС имеет большую величину, чем при выполнении такой же нагрузки увеличенным количеством мышц (Бар-Ор, Роуланд, 2009).

Исследования ЧСС можно проводить путем регистрации на электрокардиограмме или пальпации сердечных ударов на сосудах в области лучезапястного сустава и шеи. Пульс считывают за 10, 15, 20, 30 с, а затем рассчитывают за 1 минуту. Если сердечный ритм нарушен, то рекомендуется пульс считывать за 60 с. Погрешность измерения ЧСС за 10-секундными отрезками после нагрузки составляет $\pm 10\%$. Более точные результаты можно получить используя такой методический прием: в момент накладывания руки на место пульсации первый удар не регистрируют, в этот момент включают секундомер и определяют время (с) 10 сердечных сокращений (табл. 1.1).

Таблица 1.1 – ЧСС за одну минуту соответственно времени 10-и сокращений (Дедковский, 1991)

Секунды	Десятые доли секунды									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	200	194	188	182	176	171	166	162	158	154
4	150	146	153	139	136	133	130	127	124	122
5	120	117	115	113	111	109	107	105	103	102
6	100	99	97	96	94	93	91	90	88	87

В норме пульс здорового человека в состоянии покоя составляет 64–72 уд/мин, у новорожденных он самый высокий – 140 уд/мин. На протяжении первых лет жизни пульс интенсивно снижается и до 8–10 лет уменьшается до 85 – 90, а до 15 летнего возраста достигает значений взрослого человека [51].

Артериальное давление (АД). Различают максимальное (систолическое), минимальное (диастолическое) и пульсовое АД. *Систолическое* – это давление, которое характеризует систолу левого желудочка сердца. *Диастолическое* – это давление в артериальной системе во время диастолы левого желудочка. Оно определяется степенью периферического сопротивления и зависит от скорости оттока крови из артериальной системы. Разница между систолическим и диастолическим давлением определяет *пульсовую амплитуду* или двигательную силу кровообращения. Нормальными значениями АД для здоровых молодых людей являются: систолическое 100–129 мм рт. ст., диастолическое 60–79 мм рт. ст.

В настоящее время средствами для измерения АД являются электрические тонометры, определяющие параметры систолического и диастолического давления, а также величину ЧСС (рис. 1.15). Точность измерения АД зависит



Рисунок 1.15 – Полуавтоматический измеритель АД и ЧСС (вып. 2010 г.)

от того, соответствует ширина манжетки окружности плеча измеряемого. Если окружность плеча составляет 12,5–15 см, оптимальная ширина манжетки – 7 см, если 15–20 см то 9 см, если 27–30 см то 10 см.

Для здоровых людей можно использовать значения следующих индексов: а) индекс Кердо (ИК) характеризует выброс крови миокардом; б) коэффициент экономичности кровообращения (КЭК) является дополнительным фактором в оценке функционирования сердечно-сосудистой системы (1.1 и 1.2).

$$\text{Индекс Кердо} = AT_{\text{диас}} / ЧСС_{\text{пок}} \text{ (у.е.)} \quad (1.1)$$

$$КЭК = (АД_{\text{сист}} - АД_{\text{диаст}}) \times ЧСС_{\text{пок}} \text{ (у.е.)} \quad (1.2)$$

В специальной литературе за норму ИК рекомендуют значения близко к 1,0 у.е., а КЭК – близко к 3600 у.е. Значения для КЭК больше 3600 у.е. свидетельствуют о нарушении работы сердечно-сосудистой системы [51,52].

Особые методы реакции С.С.С и контроля за ней необходимы при спортивных нагрузках динамического и статического характера. Во время выполнения динамической нагрузки величина систолического давления повышается пропорционально интенсивности нагрузки и общего метаболического уровня. Такая реакция характерна для всех физически здоровых людей независимо от возраста, однако существуют различия, связанные с возрастными антропометрическими особенностями спортсменов. Изменения АД крови, возникающие в ответ на статические нагрузки, отличаются от тех, которые появляются от динамических напряжений. К сожалению, отсутствуют исследования, которые давали бы возможность сравнивать метаболические изменения во время динамических и статических нагрузок на АД.

Метод вариационной пульсометрии дает возможность получить ценную информацию о состоянии нейрогуморальных механизмов регуляции сердечной деятельности и организма в целом. Сущность метода вариационной пульсометрии состоит в изучении закона распределения значений кардиоинтервалов, последовательный ряд которых рассматривают

как случайный стационарный процесс. Для построения вариационной пульсограммы измеряют расстояния между зубцами R–R (мм), а зная скорость записи, пересчитывают в секундах (если скорость записи ЭКГ 50 мм/с, то 1 мм движения ленты пройдет за 0,02 с). Затем определяют повторяемость интервалов. Результат представляется графически в виде гистограммы (Баевский, 1978). Чем быстрее вариационная кривая возвращается до исходной формы, тем лучшие адаптационные возможности сердечно-сосудистой системы [12, 51].

Числовыми характеристиками вариационной пульсограммы являются: M – среднее значение длительности интервала R–R, что характеризует гуморальную регуляцию; m – среднеквадратичное отклонение, которое характеризует вагусную регуляцию; ΔX – вариационный размах; MO – мода; $АМО$ – амплитуда моды. *Вариационный размах* – это максимальная амплитуда колебания значений кардиоинтервалов определяется разницей между максимальной и минимальной длительностью интервала R–R, что характеризует влияние парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. *Мода* – диапазон значений кардиоинтервалов, которые встречаются чаще; она показывает наиболее вероятный уровень функционирования синусного узла. *Амплитуда моды* – число кардиоинтервалов, которые попали до диапазона моды (в %).

Числовые характеристики вариационной пульсометрии дают возможность вычислять комплексные показатели математического анализа интервалов R–R и объективно оценивать вегетативный гомеостаз и активность автономного и центрального контуров управления ритмом сердца (табл. 1.2).

Например, чем меньше вегетативный показатель ритма (ВПР) и индекс напряжения (ИН) регуляторных систем, тем больше активность парасимпатического отдела и автономного контура. Чем больше ИН, тем выше активность симпатического отдела и степень централизации управления сердечным ритмом. При улучшении функционального состояния

Таблица 1.2 – Комплексные показатели математического анализа интервалов R–R

№ з/п	Формула комплексного показателя	Функциональные характеристики показателей
1	$\text{ВПР} = \frac{\text{АМО}}{\text{МО} \times \Delta X}$	Вегетативный показатель ритма (Сидоренко и др., 1973)
2	$\text{ИН} = \frac{\text{АМО}}{2\Delta X \times \text{МО}}$	Индекс напряжения регуляторных систем (Баевский, 1974)
3	$\frac{\text{АМО}}{\Delta X}$	Баланс симпатического и парасим – патического влияния
4	$\frac{\text{АМО}}{\text{МО}}$	Соотношение между нервным и гуморальным влиянием на контур автономной регуляции
5	$\frac{\text{МО}}{\Delta X}$	Взаимодействие автономного контура и гуморального канала регуляции

сердечно-сосудистой системы в результате систематических тренировок происходят закономерные изменения показателей вариационной пульсометрии, что отображает увеличение превосходства парасимпатических влияний на сердце: увеличение МО, ΔX и уменьшение АМО, ИН [51].

Результаты исследований (Швед, 1997) свидетельствуют о большей информативности вариационной пульсометрии с целью медико-биологического контроля в детско-юношеском спорте, а также необходимости дифференцированного подхода к оценке данных вариационной пульсометрии с учетом спортивной специализации, квалификации и уровня биологического развития (табл. 1.3). Кроме того, данные вариационной пульсометрии используются при исследовании особенностей адаптации детей к физическим нагрузкам различной направленности, а также типологических реакций в зависимости от особенностей высшей нервной деятельности (ВНД).

Таблица 1.3 – Величина индекса напряжения у подростков в зависимости от уровня тренированности и степени биологического развития.

Биологическое развитие	Не спортсмены	Спортсмены
Ретарданты	Свыше 160	159 – 80
Обычный контингент	159 – 101	79 – 41
Акселераты	100 и меньше	40 и меньше

Методы функциональных проб (ФП) – необходимы для оценки функционального резерва и состояния сердечно-сосудистой системы в условиях выполнения определённых видов физических нагрузок. Знания классификации функциональных проб помогает тренеру и врачу решать конкретные задачи, связанные с объективной оценкой состояния функциональной готовности, работоспособности спортсмена, выбирать именно те пробы, которые нужны на данном этапе тренировочного цикла и которые позволяют отвечать на наиболее актуальные вопросы, возникающие в процессе тренировки данного спортсмена. ФП могут быть разделены на две большие группы, в зависимости от времени исследования реакции организма – непосредственно во время воздействия либо сразу после него. Так, с помощью электрокардиографа можно регистрировать ЧСС на протяжении всего времени, в течение которого испытуемый выполняет физическую нагрузку. Аналогичные исследования могут быть проведены и в восстановительном периоде. Очевидно, что измерение ЧСС в этих случаях дает совершенно разную информацию: в первом случае по полученным данным судят об адаптации организма к мышечной работе, а во втором – о закономерностях восстановительных реакций [1, 2].

Для оценки деятельности сердца применяют различные варианты активных и пассивных *ортостатических проб*, а также проб с нагрузкой. Одна из активных ортостатических проб производится следующим образом: 5 минут следует отдохнуть лежа на спине, затем подсчитать пульс в

положении лежа за 1 минуту, далее надо встать и отдохнуть стоя одну минуту и подсчитать пульс в положении стоя за 1 минуту.

По разнице между частотой пульса лежа и стоя судят о реакции сердечно-сосудистой системы на нагрузку при изменении положения тела. Это позволяет оценивать функциональное состояние регуляторных механизмов и дает некоторое представление о тренированности организма. Ортостатическая проба показывает возбудимость симпатического отдела вегетативной нервной системы. Разница от 0 до 12 ударов свидетельствует о хорошей физической тренированности. У здорового нетренированного человека разница составляет 13–18 ударов. Разница 18–25 ударов – показатель отсутствия физической тренированности. Разница более 25 ударов свидетельствует о переутомлении или заболевании, в таких случаях следует обратиться к врачу. Ортостатическую пробу лучше проводить утром перед зарядкой или в другое время дня до еды. Основное правило: проводить пробу в одни и те же часы суток [75].

В спорте более распространены лабораторные стресс-тесты с дозированной физической нагрузкой, мощность которой возможно менять исходя из поставленных целей испытаний. Одним из них, является ***проба Летунова***. Летунов С.П. [56] ввел в практику спортивной медицины трехмоментную комбинированную функциональную пробу для оценки адаптации организма спортсмена к скоростной работе и работе «на выносливость».

При проведении пробы испытуемый выполняет последовательно три нагрузки. В 1-й он делает 20 приседаний за 30 с. Вторая нагрузка, которая выполняется через 3 мин после первой, состоит в 15-секундном беге на месте в максимальном темпе. И, наконец через 4 мин испытуемый выполняет 3-ю нагрузку – 3-минутный бег на месте в темпе 180 шагов в 1 мин. После окончания каждой нагрузки на протяжении всего периода отдыха регистрируется восстановление ЧСС и АД. Пульс считается по 10-секундным интервалам.

Результаты пробы Летунова оцениваются путем изучения типов реакции. У хорошо тренированных спортсменов чаще всего отмечается *нормотонический тип реакции* на пробу, который выражается в том, что под влиянием каждой нагрузки отмечается в различной степени выраженное учащение пульса. Так, если измерять ЧСС в первые 10 с после нагрузки, то после 20 приседаний она достигает примерно 100 уд/мин, а после 2-й и 3-й нагрузок – 125-140 уд/мин. При нормотоническом типе реакции на все виды нагрузок повышается систолическое и понижается диастолическое АД. Эти изменения в ответ на 20 приседаний невелики, однако в ответ на 15-секундный и 3-минутный бег они оказываются достаточно выраженными. Так, на 1-й минуте восстановительного периода систолическое АД повышается до 160-180 мм рт. ст., а диастолическое до 50-60 мм рт. ст. Важным критерием нормотонической реакции является быстрое восстановление ЧСС и АД до уровня покоя. Например, после 20 приседаний полное восстановление может наблюдаться уже на 2-й мин реституции, после второй нагрузки – на 3-й мин, после третьей – на 4-й мин. Замедление восстановления выше приведенных показателей связывают с недостаточной тренированностью спортсмена.

Другие типы реакций на пробу Летунова обозначаются как атипические. У некоторых спортсменов может наблюдаться *гипертонический тип реакции*. Он характеризуется резким повышением систолического АД до 180-220 мм рт. ст. Диастолическое АД при этом либо не изменяется, либо повышается. У таких спортсменов отмечается и более высокая пульсовая реакция с замедленным восстановлением ЧСС до исходного уровня. Этот тип реакции связывают с явлением переутомления или перетренированности. Он также может быть признаком предгипертонического состояния. Однако гипертонический тип реакции может наблюдаться и вполне здоровых хорошо тренированных спортсменов, у которых изменены главным образом величины систолического АД.

Гипотонический тип реакции характеризуется незначительным повышением систолического АД в ответ на нагрузку. Такого рода изменение АД сопровождается резким учащением пульса на 2-ю и 3-ю стандартные нагрузки до 170-190 уд/мин. Время восстановления ЧСС и АД замедленно. Эти изменения связаны с тем, что увеличение минутного объема происходит главным образом за счет учащения сердцебиения, в то время как увеличение систолического объема невелико. Этот тип реакции считается неблагоприятным.

Дистонический тип реакции характеризуется, главным образом, снижением диастолического АД, которое после 2-й и 3-й нагрузок становится равным нулю («феномен бесконечного тона»). Систолическое АД в этих случаях повышается до 180-200 мм рт. ст. Механизм такого рода изменений АД продолжает оставаться не в полне ясным. Первоначальное представление о том, что этот тип реакции наблюдается у лиц с нарушениями сосудистого тонуса (отсюда название – «дистоническая реакция»), не подтвердилось. Вероятнее всего, «феномен бесконечного тона» имеет методическое происхождение.

Реакция со ступенчатым подъемом систолического АД. Этот тип реакции характеризуется тем, что систолическое АД, которое обычно снижается в восстановительном периоде, у некоторых спортсменов повышается на 2 – 3-й минуте по сравнению с его величиной на 1-й минуте. Такая реакция чаще всего наблюдается после 15-секундного бега. Опыт показывает, что она связана с ухудшением функционального состояния организма спортсмена. Вместе с тем этот тип реакции может быть показателем инерционности систем, регулирующих кровообращение [46,56].

Для многих скоростно-силовых видов спорта определение общей (аэробной) работоспособности спортсменов осуществляется с помощью метода *Гарвардского степ-теста* (рис.1.16). Суть теста заключается в изучении восстановительных процессов (динамики ЧСС) после прекращения дозированной мышечной работы [46].

Дозированная физическая нагрузка задается в виде восхождений на ступеньку. Высота ступеньки и время выполнения мышечной работы зависит от пола, возраста и физического развития испытуемого (табл. 1.4). Во время тестирования испытуемому предлагается совершать подъемы на ступеньку в заданном темпе – с частотой 30 раз в 1 минуту. Темп движений задается метрономом, частоту которого устанавливают на 120 уд/мин. Подъем и спуск состоит из четырех движений,



Рисунок 1.16 – Лабораторное определение общей работоспособности студента НТУ «ХПИ», прыгуна в длину с разбега по методу ИГСТ

каждому из которых будет соответствовать один удар метронома: 1-й – испытуемый ставит на ступеньку левую ногу; 2-й – ставит правую ногу на ступеньку и поднимается вверх; 3-й – испытуемый ставит назад на пол левую ногу; 4-й – ставит правую ногу на пол вниз. Во время выполнения теста можно несколько раз сменить ногу, с которой начинается подъем.

Таблица 1.4 – Высота ступеньки и время восхождений при проведении Гарвардского степ-теста

Группы испытуемых	Высота ступеньки, см	Время восхождений, мин.
Мужчины (старше 18 лет)	50	5
Женщины (старше 18 лет)	43	5
Юноши и подростки (12-18 лет) с поверхностью тела больше 1,85 см ²	50	4
Юноши и подростки (12-18 лет) с поверхностью тела меньше 1,85 см ²	45	4
Девушки (12-18 лет)	40	4
Мальчики и девочки 8-11 лет	35	3
Мальчики и девочки до 8 лет	35	2

Перед проведением Гарвардского степ-теста испытуемого следует ознакомить с техникой выполнения физической нагрузки, предоставить возможность совершить несколько пробных восхождений на ступеньку.

После завершения работы обследуемый садится на стул и в течение первых 30 с 2-й, 3-й и 4-й минуты восстановления у него трижды пальпаторно подсчитывают ЧСС. Если обследуемый в процессе восхождения на ступеньку из-за усталости начинает «отставать» от заданного темпа, то через 15-20 с тест прекращают и фиксируют фактическое время работы в секундах. Тест прекращают также при появлении внешних признаков чрезмерного утомления: бледности лица, спотыкания и т.д. Индекс рассчитывают по формуле (1.3):

$$\text{ИГСТ} = \frac{t \times 100}{2 (f_1 + f_2 + f_3)}, \quad (1.3)$$

где: t – фактическое время выполнения физической нагрузки в секундах; f_1 , f_2 , f_3 – сумма пульса за первые 30 с каждой минуты (начиная со 2-й) восстановительного периода. Величина 100 необходима для выражения ИГСТ в целых числах, а цифра 2 – для перевода суммы ЧСС за 30-секундные промежутки времени в число сердцебиений за минуту.

При массовых обследованиях можно пользоваться сокращенной формулой Гарвардского степ-теста, которая предусматривает только один подсчет пульса в первые 30 с 2-й минуты восстановления (1.4):

$$\text{ИГСТ} = \frac{t \times 100}{f_1 \times 5,5}, \quad (1.4)$$

где обозначения прежние.

Подсчеты ИГСТ облегчаются при использовании приложений Б₁, Б₂ и Б₃. Приложение Б₁ предусмотрено для определения индекса у взрослых людей, если нагрузка была выполнена до конца, т. е. в течение 5 минут. Сначала суммируют три подсчета ЧСС ($f_1 + f_2 + f_3$). Затем в левом

вертикальном столбике находят две первые цифры этой суммы, а в верхней горизонтальной строчке – последнюю цифру. Искомый индекс находится на месте пересечения указанных строк. Если подсчет пульса производится только один раз по сокращенной форме, то ИГСТ находят, по значению этого подсчета, аналогичным образом в приложении Б₂. Приложение Б₃ облегчает расчет индекса при неполном времени восхождения (сокращенная форма). В левом вертикальном столбике находят фактическое время восхождения (округленное до 30 с), а в верхней горизонтальной строчке – число ударов пульса за первые 30 с 2-й минуты восстановления.

Физическая подготовленность (общая работоспособность для интересующих нас видов спорта) оценивается по значению индекса гарвардского степ-теста (табл. 1.5).

Таблица 1.5 – Оценка физической работоспособности по индексу Гарвардского степ-теста

ИГСТ, у.е.	Уровень оценки
≤ 55	Низкий
55 – 64	Ниже среднего
65 – 79	Средний
80 – 89	Хороший
≥ 90	Отличный

Самые большие величины ИГСТ (до 172) наблюдаются у спортсменов экстра-класса, которые тренируются на выносливость.

Методика определения максимальной мощности мышечной работы. На практике тестирование максимальной мощности мышечной работы по Margaria [88], или максимальной анаэробной мощности, осуществляется на специально оборудованном междуэтажном участке обычной лестницы современного дома (рис. 1.17).

Непосредственно к началу лестничного марша должен примыкать участок с ровной поверхностью для разбега. Для нетренированных спортсменов, имеющих низкие значения максимальной скорости бега, дистанция разгона должна быть не менее 2 – 5 м. Хорошим спринтерам для

развития максимальной скорости необходима дистанция 30-50 м [11,46]. Лестница должна содержать не менее 9 – 10 ступенек при исследовании новичков и 10 – 15 ступенек при исследовании спортсменов.

Стены площадки в конце лестницы необходимо обложить матами (надувными матрацами) с целью предупреждения возможных травм.

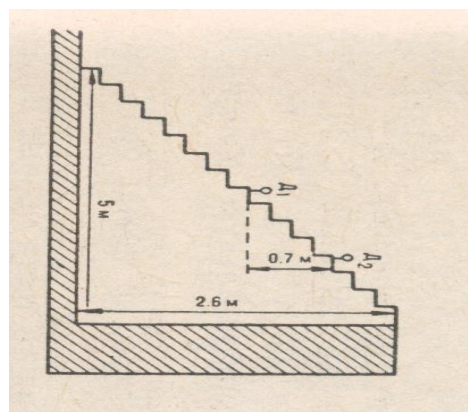


Рисунок 1.17 – Схематическое изображение лестницы для определения максимальной анаэробной мощности по методу Маргариа: D_1 и D_2 – датчики время измерительного устройства

Для регистрации времени пробегания отдельных участков лестничного марша необходимо специальное измерительное устройство. Маргариа предлагает с этой целью электронный секундомер с фотоэлектрическими датчиками разрешающая способность которых должна быть не хуже 0,01 с (см. рис. 1.3).

Определение максимальной скорости бега по лестнице проводится следующим образом. Вначале испытуемый совершает пробную попытку (или попытки), затем одну или несколько зачетных. Между попытками должен быть период отдыха не менее 2 – 5 минут. Испытуемому предлагается по возможности быстрее набрать максимальную для него скорость и удержать ее на протяжении отрезка дистанции, на котором она фиксируется. По команде испытуемый пробегает участок разгона и начинает взбегать по ступенькам (тренированные 1 шаг на 2 ступеньки, нетренированные – 1 шаг на 1 ступеньку). При этом фиксаторы отмечают время на отрезках, затраченное преодоление измеренного заранее участка пути (см. рис.1.17).

Расчет индивидуальной величины максимальной мощности мышечной работы ведется на основании результатов лучшей попытки. Величину h находят как произведение высоты одной ступеньки в метрах (h') на число

ступенек (n) между двумя датчиками времени: $h = h' * n$. Зная время (t) пробегания участка лестницы с заранее известной величиной h , а также массу тела (M) исследуемого, можно определить максимальную мощность ($\max \dot{W}$): $\max \dot{W} = M * 9,8 * h/t$ (9,8 нормальное ускорение тяготения m/s^2). Она выражается обычно в $кг*м/с$, но может быть выражена в $кг*м/мин$ или в Вт ($1Вт = 6,12 кг*м/с$). Значения энергетической (анаэробной алактатной) мощности у некоторых представителей видов спорта представлены в таблице 1.6. Надежность измерений в пределах тестового занятия составляет 4%.

Таблица 1.6 – Результаты теста Маргариа у представителей физической культуры и некоторых видов спорта

Испытуемые	Анаэробная алактатная мощность		Ссылки
	Вт	Вт*кг ⁻¹	
Нетренированные мужчины	1.221.1	16.7	Thomson, Andrew, Garvie (1980)
Студенты, курс физического воспитания	—	12.3	Sawka et al. (1980)
Спринтеры	1.246.4	17.7	Thomson et. al (1980)
Хоккеисты (хоккей с шайбой): нападающие защитники голкиперы	1.367.0 1.403.3 1.049.3	17.7 17.3 14.3	Green, Houston (1975)
Марафонцы	948.3	14.7	Thomson et. al (1980)
Спортивное ориентирование: мужчины женщины	1.006.2 751.2	13.9 13.0	Knowlton, Ackerman, Fitzgerald, Wilde, Tahamont (1980)
Спортсмены – участники олимпийских игр: пятиборцы борцы бегуны футболисты, боксеры, фехто- вальщики стрелки гребцы пловцы, хоккей на траве	— — — — — — —	18.9 17.2 16.7 15.0 14.1 13.7 11.5	Di Prampero, Pinera Limas, Sassis (1970)

Информативность рассмотренного теста разные исследователи рассматривают не однозначно. Одни отмечают достаточную корреляцию результатов теста со спортивными результатами в спринтерских упражнениях, другие не находят такой корреляции [46, 78].

Эхокардиография – представляет собой комплексное ультразвуковое изучение миокарда и магистральных сосудов, состоящее из режимов одно-, двух- и трёхмерного сканирования, полного исследования тока крови в сосудах. Этот метод даёт возможность получить трёхмерное изображение сердца, что позволяет очень точно оценить объём, массу и сократительную функцию сердечной мышцы. Особенности эхокардиографических показателей в зависимости от квалификации спортсменов [12, 15].

Электрокардиография – считается незаменимым диагностическим методом для выявления нарушений проводящей системы сердца, гипертрофии его отделов, сбоя сердечного ритма, возникновения ишемического поражения и



Рисунок 1.18 – Функциональная схема взаимодействия факторов регуляции сердечного ритма

вероятности развития инфаркта (рис.1.18). Часто во время соревнований отмечается значительное замедление сердечного ритма, которое показывает достаточно высокий уровень тренированности миокарда, кроме того возможно проявление различных нарушений, не относящихся к норме. Все вышесказанное указывает на необходимость осуществления регулярного комплексного кардиологического контроля перед, во время и после тренировок спортсменов или проведения соревнований [15, 38].

Вариабельность сердечного ритма (ВСР) - представляет собой наиболее удобный показатель, благодаря которому можно оценить эффективность взаимодействия сердечно-сосудистой и других систем

организма. Данный анализ становится популярным благодаря своей простоте, так как является не инвазивным. Это обследование начинают активно использовать в функциональной диагностике, так как показатель ВСР позволяет дать общую оценку о состоянии пациента, он отражает другие жизненно важные показатели управления физиологическими функциями организма. К ним относят функциональные резервы механизмов его управления и вегетативный баланс [12, 53, 75]. На рис.1.18 представлена функциональная схема взаимодействия факторов регуляции сердечного ритма в организме человека.

Анализ variability сердечного ритма позволяет оценивать общее состояние человека, выявлять адаптационные возможности организма, анализировать психоэмоциональное состояние. Для анализа сердечного ритма используют следующие методы: статистический, геометрический, метод автокорреляционного анализа, корреляционная ритмография и метод спектрального анализа ВСР.

ВСР может использоваться в терапевтической практике, представляет интерес для спортивной медицины, а также может применяться в донозологических исследованиях [73].

Суточный ЭКГ-мониторинг. Особое внимание необходимо уделять обследованиям в подготовительный период и между тренировками в течение суток. Поскольку при выявлении отклонений со стороны работы сердечно-сосудистой системы показано своевременно осуществлять коррекцию в тренировочном процессе, внедрять комплекс восстановительных мероприятий и препаратов. Конечно, существует ряд проблем, связанных в первую очередь с недостаточностью мобильного диагностического оборудования и отсутствием специальной подготовки медицинских работников [14, 58].

1.2.2 Оценка функционального состояния дыхательной системы

Важным функциональным показателем жизнедеятельности человека является жизненная емкость легких (ЖЕЛ). ЖЕЛ – это то количество

воздуха, которое человек способен выдохнуть после максимально глубокого вдоха. Такой показатель функционального состояния спортсмена определяется с помощью спирометра (рис. 1.19).

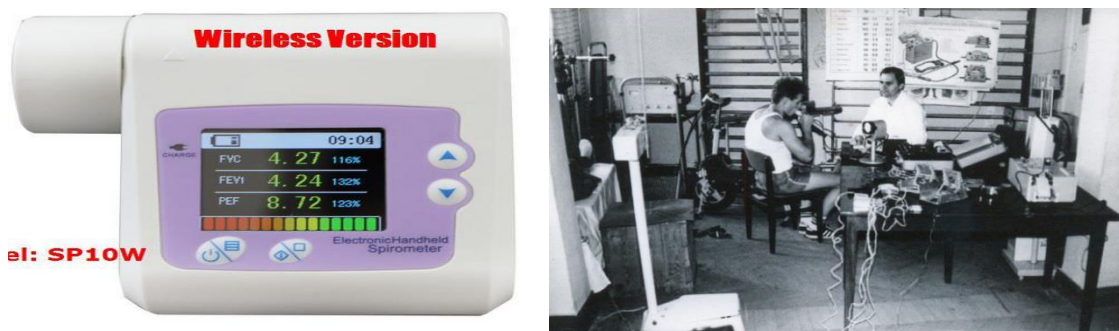


Рисунок 1.19 – Проведение спирометрии и пневмотахометрии в лаборатории кафедры физического воспитания НТУ «ХПИ» при помощи универсального спирометра (выпуск 2014 г.)

Метод спирометрии. Испытуемый становится (садится) перед аппаратом, закрывши нос пальцами или специальным приспособлением. Конец трубки с мундштуком размещается на уровне губ пациента, чтобы он не наклонялся. Выполняется максимально глубокий вдох, мундштук вставляется в рот и выполняется свободный максимальный выдох. При исследованиях рекомендуется выполнять два глубоких выдоха, затем через промежутки в 15 с – производят три измерения. В зависимости от цели исследования за основу берется или лучший результат, или средний показатель из трех.

Показатели ЖЕЛ находятся в широком диапазоне и в среднем у женщин 2,5 – 4 л, а мужчин – 3 – 5,5 л. У спортсменов эти показатели выше. Например, жизненную емкость легких (ЖЕЛ) подростков и юношей можно сравнивать с нормативными значениями (НЖЕЛ), теоретически вычисленными для конкретного юного спортсмена (1.5 – 1.7):

$$\text{НЖЕЛ (муж. пол)} = 40 \times \text{рост (см)} + 30 \times \text{масса тела (кг)} - 4400; \quad (1.5)$$

$$\text{НЖЕЛ (жен. пол)} = 40 \times \text{рост (см)} + 10 \times \text{масса тела (кг)} - 3800; \quad (1.6)$$

$$\text{НЖЕЛ} = \text{НОО (см)} \times K, \quad (1.7)$$

где НОО – нормальный основной обмен, К – коэффициент для вычисления НЖЕЛ.

Значения НОО определяют с помощью таблицы Гарриса-Бенедикта (прилож. В), учитывая пол, возраст, рост испытуемых (табл. 1.7) [51, 52].

Таблица 1.7 – Значения коэффициентов К для вычисления НЖЕЛ на основании НОО.

Возраст, лет	Рост	
	Юноши	Девушки
7	1,26	1,10
8 – 9	1,40	1,28
10 – 11	1,43	1,39
12	1,52	1,58
13	1,60	1,75
14	1,81	1,82
15	1,99	1,94

У здоровых юных спортсменов ЖЕЛ имеет в норме отклонения в пределах $\pm 15\%$ (оценивают с помощью соотношений ФЖЕЛ / НЖЕЛ). Допустим, что фактическая ЖЕЛ (ФЖЕЛ) составляет 3200 мл, а в норме – 3000 мл. Вычисления этого соотношения составляет 106,6%. Превышение ЖЕЛ относительно НЖЕЛ отвечает высокому уровню состояния легких юных спортсменов.

Более глубокую информацию о функциональных возможностях дыхательной системы получают путем измерения ЖЕЛ после стандартной физической нагрузки (метод динамической спирометрии). Результаты динамической спирометрии оцениваются путем сравнения ЖЕЛ в состоянии покоя и после нагрузки: удовлетворительно, если ЖЕЛ не изменяется, неудовлетворительно – если показатели снижаются более чем на 200 мл, хорошо – если ЖЕЛ увеличивается на величину более 200 мл (Язловецкий, 1991) [51, 84].

Следующим важным показателем функциональных возможностей дыхательной системы человека (спортсмена) является минутный объем дыхания (МОД). В покое МОД колеблется от 4 до 10 л, а при напряженной физической нагрузке может увеличиваться в 20-25 раз и достигать 150-180 л и более. Определение МОД осуществляется с помощью мундштука с

вентилем газового счетчика. Возможности увеличения МОД при увеличении нагрузки связаны с максимальной вентиляцией легких (МВЛ). МВЛ – является главным показателем, который характеризует мобилизацию дыхательной системы. Этот показатель определяют в положении сидя. Испытуемый максимально часто и глубоко совершает дыхания через мундштук в газовый счетчик на протяжении 15 с. Полученный результат умножают на 4 и вычисляют за 1 минуту. Число МВЛ условное, потому что выполнять такие дыхательные упражнения более 30 с невозможно, так как вымывается диоксид углерода (CO_2) из организма и можно потерять сознание. По истечении 15-20 мин тестирование повторяют, результат считают достоверным, если величина, полученная при повторном тестировании не отличается от исходной более, чем на 5-6%. В норме МВЛ мужчин находится в пределах 86-230 л, у женщин – от 60 до 170 л. Нормальную величину МВЛ можно вычислить по формуле А.Г. Дембо (1.8) [38, 39]:

$$\text{НМВЛ} = \frac{\text{ФЖЕЛ} \times 35}{2} \quad (1.8)$$

Как и в случае ЖЕЛ, так и фактическую МВЛ (ФМВЛ) выражают в процентах к нормальной. Например, у обследуемого ФМВЛ составила 60 л, а ФЖЕЛ – 3,8 л. Соответственно НМВЛ в пересчете по формуле 1.8 составляет 65,5 л. Поэтому соотношение ФМВЛ и НМВЛ в процентах будет соответствовать $60 \text{ л} \times 100\% / 65,5 \text{ л} = 92\%$.

Нормальную максимальную вентиляцию легких (НМВЛ) можно вычислять другим путем, согласно формулы Гарриса-Бенедикта (1.9):

$$\text{НМВЛ} = \text{НОО} \times \text{К}, \quad (1.9)$$

где НОО – нормальный основной обмен; К – коэффициент вычисления НМВЛ.

Значения НОО определяют с помощью таблиц Гарриса-Бенедикта (см. прилож. В), учитывая возраст испытуемого, пол, рост и рост. Коэффициенты для расчетов приведены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Значения коэффициента К для вычисления НМВЛ через НОО по таблицам Гарриса-Бенедикта

Возраст, лет	Мальчики и юноши	Девочки и девушки
7 – 8	32,4	27,2
9 – 11	34,3	31,7
12	40,3	37,1
13	43,1	42,2
14	46,7	42,4
15	51,7	46,7

За нормальную МВЛ принимают такую, которая составляет 85 – 115% необходимой для юных спортсменов. Чем больше ФМВЛ превосходит НМВЛ, тем более высокие функциональные возможности системы внешнего дыхания и ее тренированности [51].

Состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем, способность юных спортсменов управлять своим дыханием можно также определить с помощью проб Штанге и Генчи. Задержки дыхания на вдохе (проба Штанге) и выдохе (проба Генчи) измеряются при помощи секундомеров-хронометров. Установлено, что у детей 7 – 11 лет длительность задержки дыхания в среднем составляет 30 – 35 с, 12 – 15 лет – 40 – 45 с, 16 – 17 лет – 45 – 50 с. Продолжительность задержки дыхания на выдохе на 40-50% меньше, чем на вдохе, в среднем на 20-39 с (В.С. Язловецкий, 1991).

Различают две фазы задержки дыхания – контрольную и волевою. *Контрольная* фаза начинается с момента прекращения дыхания до появления первого неудобства или неприятных чувств, а *волевая* – это время от момента появления невозможности удержания дыхания до его возобновления. Данные этих двух фаз позволяют в процентах по формуле 1.10 определить индекс воли:

$$\text{Волевой индекс} = \frac{V_{\text{сред}} \times 100}{K_{\text{сред}}}, \quad (1.10)$$

где $V_{\text{сред}}$ – время продолжительности волевой фазы; $K_{\text{сред}}$ – время продолжительности контрольной фазы.

Индивидуальный анализ фаз гипоксических проб дает дополнительную информацию о механизмах регуляции дыхания, его хеморецепторный контур, о волевых усилиях личности спортсмена [21, 84].

1.2.3 Оценка биохимического контроля состояния спортсмена

Объектами биохимического контроля за состоянием спортсмена являются: кровь, моча, выдыхаемый воздух, слюна, пот, биоптат мышечной ткани, цито-биофизическая методика определения подвижности ядер клеток буккального эпителия, функционирование сердечно-сосудистой системы и др. В каждом конкретном случае выбор тестирующих нагрузок для испытуемых – объектов биохимического контроля определяется видом спорта, спортивной квалификацией, периодом тренировочного процесса, наличием соответствующих тренажеров, оснащенностью биохимической лаборатории и т. п.

Кровь. Для проведения биохимических исследований обычно используют капиллярную кровь, взятую из пальца или мочки уха. Венозную кровь исследуют в тех случаях, когда необходимо определить большой объем биохимических показателей и для проведения анализа требуется большое количество крови. Забор крови для биохимического анализа чаще всего производится до выполнения физической нагрузки и после ее завершения. Иногда для изучения динамики биохимических сдвигов во время выполнения работы и для оценки восстановительных процессов взятие крови может проводиться в разные моменты в период работы и восстановления.

Основное значение для переноса газов кровью имеет *гемоглобин*. Общее количество гемоглобина у взрослого человека зависит от его

концентрации и общего объема крови. В среднем концентрация у взрослых женщин составляет 139 (115-160), а у мужчин – 158 (140-180) г/л крови. pH артериальной крови зависит от парциального давления углекислого газа и показателя стандарт-бикарбоната. pH крови и другие показатели кислотно-основного состояния (КОС), находящегося в тесной связи с биохимическими процессами, характеризует состояние внутренней среды организма. Параметры КОС можно рассматривать как показатели функционального состояния дыхательной и сердечно-сосудистой систем, адаптации организма к мышечной деятельности (Н.К. Цепкова; В.В. Матов, 1980).

Физическая нагрузка увеличивает в крови содержание кислых продуктов обмена, которые вызывают сдвиги КОС крови. Степень изменения КОС зависит от длительности и силы физических упражнений, а также от функционального состояния организма. Изменения показателей КОС неоднородны, они зависят от функциональных способностей организма к регуляции кислотно-щелочного равновесия крови, уровня переносимости чувства усталости, типа адаптации к дефициту кислорода: 1) увеличение доставки кислорода к тканям; 2) приспособление тканевого обмена и ферментативных систем к условиям кислородной недостаточности с выраженным изменением внутренней среды организма [46]. В интересующих нас видах легкой атлетики доля анаэробной энергопродукции отражается концентрацией молочной кислоты в крови. Наличие молочной кислоты снижает pH крови. После выполнения тяжелых физических нагрузок наблюдается снижение pH до 7.

В спортивной практике при анализе крови определяются следующие показатели:

- количество форменных элементов;
- концентрация гемоглобина;
- водородный показатель;
- щелочной резерв крови;
- концентрация белков плазмы;

- концентрация глюкозы;
- концентрация лактата;
- концентрация жира и жирных кислот;
- концентрация кетоновых тел;
- концентрация мочевины.

Необходимо подчеркнуть, что при интерпретации результатов биохимических исследований нужно обязательно учитывать характер выполненной физической работы [73, 74, 81].

Моча. В связи с наличием вероятности инфицирования, при взятии крови, в последнее время объектом биохимического контроля в спорте становится моча. Для проведения биохимических исследований может быть использована суточная моча, а также порции мочи, полученные до и после выполнения физических нагрузок. В суточной моче обычно определяют креатининовый коэффициент - выделение креатинина с мочой за сутки в расчете на 1 кг массы тела. У мужчин выделение креатинина колеблется в пределах 18-32 мг/сутки-кг, у женщин – 10–25 мг/сутки-кг. Креатининовый коэффициент характеризует запасы креатинфосфата в мышцах и коррелирует с мышечной массой. Поэтому величина креатининового коэффициента позволяет оценить возможности креатин-фосфатного ресинтеза АТФ и степень развития мускулатуры. В ходе продолжительного тренировочного процесса по такому коэффициенту можно также оценить динамику увеличения запасов креатин-фосфата и нарастания мышечной массы у отдельных спортсменов.

Для проведения биохимического анализа также используются порции мочи, взятые до и после нагрузки. В этом случае непосредственно перед выполнением тестирующих нагрузок испытуемые должны полностью опорожнить мочевой пузырь, а сбор мочи после нагрузки осуществляется через 15-30 мин после ее выполнения. Для оценки течения восстановительных процессов могут быть исследованы порции мочи, полученные на следующее утро после выполнения тестирующей нагрузки.

Исследования, выполненные на кафедре биохимии Санкт-Петербургской государственной академии физической культуры им. П.Ф. Лесгафта, выявили высокую степень корреляции между изменениями биохимических показателей крови и мочи, вызванными физической работой, причем в моче наблюдался более высокий рост этих показателей [39, 51, 73].

Физические нагрузки вызывают не только изменение содержания в моче ее ингредиентов, но и приводят к появлению в ней веществ, отсутствующих в состоянии покоя, так называемых патологических компонентов. В спортивной практике при проведении анализа мочи, полученной до и после выполнения тестирующих нагрузок, обычно определяются следующие физико-химические и химические показатели:

- объем;
- плотность;
- кислотность;
- сухой остаток;
- лактат;
- мочевины;
- показатели свободно-радикального окисления;
- патологические компоненты.

При оценке обнаруженных изменений в порциях мочи после выполнения тестирующих нагрузок необходимо исходить из их характера. У хорошо подготовленных спортсменов стандартные нагрузки приводят к незначительному изменению физико-химических свойств и химического состава мочи. У недостаточно тренированных спортсменов – наоборот, эти сдвиги весьма существенны. После выполнения максимальных нагрузок, более выраженные изменения показателей мочи обнаруживаются у спортсменов высокой квалификации.

Отдельно следует остановиться на особенностях экскреции мочевины с мочой после завершения мышечной нагрузки. В литературе приводятся данные, как об увеличении, так и о снижении выделения мочевины после

физической нагрузки. Эта противоречивость обусловлена разным временем забора проб мочи. На кафедре биохимии СПбГАФК им. П.Ф. Лесгафта подробно изучена динамика экскреции мочевины после выполнения стандартных нагрузок большой мощности. Оказалось, что в порциях мочи, взятых для анализа через 15-30 мин. после выполнения нагрузки, содержание мочевины обычно понижено по сравнению с ее экскрецией до начала работы, причем это более выражено у слабо подготовленных испытуемых. Обнаруженное явление можно объяснить тем, что при выполнении работы ухудшается экскреторная функция почек. В порциях мочи, взятых утром на следующий день после выполнения нагрузки, обнаруживается повышенное по сравнению с уровнем покоя содержание мочевины. Здесь также прослеживается зависимость выделения мочевины от уровня тренированности: у мало тренированных спортсменов экскретируются большие количества мочевины, а у спортсменов высокой квалификации ее содержание лишь незначительно превышает до-рабочий уровень [19, 74].

В последние годы при анализе мочи все большее применение находят методы экспресс диагностики. Эти очень простые методы позволяют в любых условиях оперативно проводить исследование мочи, причем это могут делать не только специалисты-биохимики, но также тренеры и сами спортсмены. С помощью экспресс методов можно быстро определить в порциях мочи концентрацию мочевины, наличие белка, глюкозы, кетоновых тел, измерить величину рН. Недостатком экспресс контроля является низкая чувствительность используемых методик.

К методам экспресс контроля можно также отнести цветную осадочную реакцию по Я.А. Кимбаровскому (ЦОРК). Эта реакция проводится следующим образом: к порции исследуемой мочи добавляется раствор азотнокислого серебра. При последующем нагревании выпадает окрашенный осадок. Интенсивность реакции Кимбаровского выражается в условных единицах, исходя из цвета и насыщенности окраски полученного осадка, с использованием специальной цветной шкалы. Величины ЦОРК

коррелируют с глубиной биохимических и физиологических сдвигов, возникающих под влиянием физической нагрузки, в том числе с изменением содержания мочевины в крови. Поэтому с помощью ЦОРК можно косвенно судить о концентрации мочевины в крови [74].

Выдыхаемый воздух. Сбор выдыхаемого воздуха производится с применением маски с клапаном, позволяющим направлять выдыхаемый воздух в специальный дыхательный мешок. С помощью приборов - газоанализаторов в выдыхаемом воздухе определяется содержание кислорода и углекислого газа. Сравнивая содержание этих газов в выдыхаемом и во-вдыхаемом, т. е. в атмосферном, воздухе можно рассчитать следующие показатели:

- максимальное потребление кислорода;
- кислородный приход;
- алактатный кислородный долг;
- лактатный кислородный долг;
- дыхательный коэффициент.

Для определения МПК и кислородного прихода выдыхаемый воздух собирают во время выполнения работы, а для расчета кислородного долга - после завершения работы [21, 39, 71].

Слюна. Анализ слюны проводится сравнительно редко. Для получения слюны испытуемые ополаскивают ротовую полость определенным количеством воды. Чаще всего в слюне определяют величину рН и активность фермента амилазы. По активности этого фермента можно судить об интенсивности углеводного обмена, поскольку существует определенная корреляция между активностью амилазы слюны и активностью тканевых ферментов обмена углеводов [51, 62].

Пот. Биохимическое исследование пота проводится тоже не часто. Для сбора пота используется хлопчатобумажное белье, в котором испытуемый выполняет физическую нагрузку, или же испытуемого после завершения работы вытирают хлопчатобумажным полотенцем. Затем белье

или полотенце замачивают в дистиллированной воде, где и растворяются компоненты пота. Полученный после выпаривания в вакууме концентрированный раствор подвергают химическому анализу. Исследование пота позволяет оценить состояние минерального обмена, так как с потом, в первую очередь, выделяются из организма минеральные вещества [19].

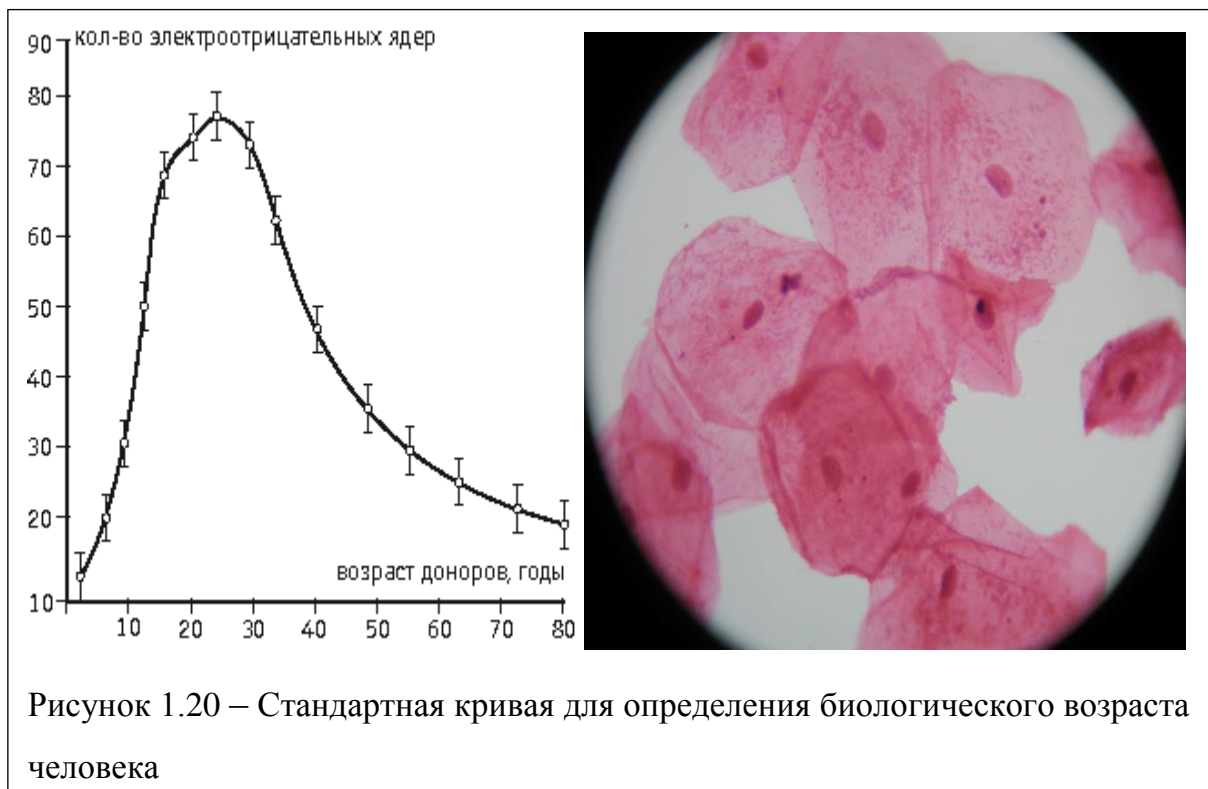
Биоптат мышечной ткани. Для получения образца мышечной ткани проводится микробиопсия: под местным обезболиванием над исследуемой мышцей делается разрез кожи и специальной иглой берется маленький кусочек мышцы объемом 2-3 мм³. Полученный биоптат подвергается микроскопическому и биохимическому анализу. При микроскопическом исследовании определяется соотношение между типами мышечных волокон, количество миофибрилл и их толщина, количество митохондрий и их размер, развитие саркоплазматической сети в отдельных мышечных клетках.

Биохимическое исследование позволяет определить концентрацию важнейших химических соединений и активность ферментов.

Микробиопсия может проводиться как в состоянии покоя, так и после выполнения тестирующих нагрузок. Однако исследование биоптата мышечной ткани требует дорогостоящих аппаратуры и реактивов, а также участия высококвалифицированных специалистов. Поэтому такие исследования проводятся в крупных лабораториях [63,80].

Цито-биофизическая методика определения подвижности ядер клеток буккального эпителия, разработанная на кафедре генетики Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина под руководством профессора В.Г. Шахбазова, используется для определения биологического возраста, контроля состояния пациентов с различными заболеваниями и эффективности терапевтического воздействия [82, 83]. Суть этой методики состоит в следующем. Проба нативных клеток в специальном физиологическом растворе размещается между двумя покровными стеклами, которые затем помещают в камеру для электрофореза. Под действием

постоянного электрического поля с напряженностью 20 в/см ядра начинают медленно перемещаться в пределах клетки в сторону положительного или отрицательного электрода, что можно наблюдать под микроскопом при 400-кратном увеличении. И, не просто наблюдать, а определять биоэлектрическую активность ядер или, проще говоря, процент ядер, смещающихся к положительному электроду [88]. В качестве объекта исследования методом внутриклеточного микро-электрофореза ядер по ряду причин были выбраны клетки буккального эпителия (рис. 1.20).



Таковы общие закономерности. Но у каждого индивида кривая биологического возраста имеет какие-то свои особенности, которые ученые склонны рассматривать как закодированную информацию о продолжительности его жизни [81, 83].

Контрольные вопросы и задания для самоконтроля

1. Какие мероприятия должен объединять в себе комплексный контроль в спорте?

2. Какой комплекс лежит в основе многопараметрической оценки состояния организма спортсмена?
3. Что определяет реальные и эффективные пути решения задач унификации и стандартизации обследований в спорте?
4. По каким направлениям осуществляется унификация обследований в легкоатлетическом спорте?
5. Методы и средства изучения временных кинематических параметров движений в спринтерском беге, прыжках в длину и метании копья.
6. Средства и методы изучения пространственных и пространственно-временных параметров движений в легкоатлетическом спринте, прыжках в длину и метании копья.
7. Охарактеризуйте диагностические системы медицинской направленности для функционального контроля спортсменов.
8. Методы и средства диагностики функционального состояния сердечно-сосудистой системы у спортсменов по ЧСС и АД.
9. Пояснить, в чем заключается в спортивной диагностике метод вариационной пульсометрии и метод функциональных проб.
10. Методы диагностики аэробной и анаэробной работоспособности спортсменов.
11. Методы оценки функционального состояния дыхательной системы у спортсменов.
12. Методы оценки биохимического контроля состояния спортсменов.

Рекомендуемая литература

1. Аулик И.В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И.В. Аулик. – М.: Медицина, 1990. – 192 с.
2. Баевский Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе /Р.М. Баевский, О.И. Кириллов, С.З. Клецкин. – М.: Наука, 1984. – С. 220.

3. Волков Н.И. Биохимия мышечной деятельности / Н.И. Волков, Э.Н. Несен, А.А. Осипенко. – К.: Олимпийская литература, 2000. – 503 с.
4. Горлов А.С. Проблемы совершенствования системы индивидуальной подготовки юных бегунов на короткие дистанции 100-200 м: монография /А.С. Горлов. – Х.: Изд-во «Підручник» НТУ «ХПИ», 2014. – 240 с.
5. Дембо А.Г. Актуальные проблемы современной спортивной медицины /А.Г. Дембо. – М.: Физкультура и спорт, 1980. – 187 с.
1. Иванов В.В. Комплексный контроль в подготовке спортсменов / В.В. Иванов. – М.: Физкультура и спорт, 1987. – 256 с.
6. Иванов В.В. Основные показатели и термины в системе комплексного контроля, стандарт предприятия, СТП-1К-1-82 /В.В. Иванов. – М.: ВНИИФК, 1982. – С. 12.
7. Карпман В.Л. Тестирование в спортивной медицине /В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
8. Круцевич Т.Ю. Контроль у фізичному вихованні дітей, підлітків і молоді: навч. Посіб. /Т.Ю. Круцевич, М.І. Воробйов, Г.В. Безверхня. – К.: Олімп. літ-ра, 2011. – 224 с.
9. Курашвили В. А. Программное обеспечение «Kinovea» для анализа движений /В.А.Курашвили //Вестник спортивных инноваций: выпуск №36. – 2012. –13 с.
10. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: учебник /А.Н. Ремизов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 648 с.: ил.
11. Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса /Д.Х. Ричард и др. (перевод на русск. яз. В.И. Чаповского) [отв. ред. проф. В.С. Мищенко]. – К.: Олимпийская литература, 1997. – С. 210-213.
12. Шкорбатов Ю.Г. Структурні та електрокінетичні властивості ядер клітин букального епітелію людини у зв'язку з дією фізико-хімічних факторів та зміною функціонального стану організму: автореф. дис... докт. біол. наук. – Киев: Нац. ун-т ім. Т.Г. Шевченка, 2005. – 40 с.

2. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЙ СПОРТСМЕНА

В научной лаборатории кафедры физического воспитания НТУ «ХПИ» для измерения кинематических параметров спортивных движений было предложено рассмотреть некоторые варианты применения электронно-оптического оборудования с целью анализа сильных и слабых сторон в сравнении с аналогичной техникой, применяемой в мире. Инженером Галицей В.И. были представлены возможности предварительно разработанного комплекса в составе: интеллектуальные оптические двухлучевые створы для измерения временных интервалов в беге по дистанции и системы «оптическая дорожка» для измерения времени опорных и безопорных периодов беговых шагов атлетов.

2.1 Интеллектуальные оптические створы для измерения временных интервалов

Разработанные в НТУ «ХПИ» интеллектуальные оптические створы для измерения временных интервалов имеют принципиальное отличие от существующих в мире. Классические электронно-оптические системы измерения времени пробегания отрезков дистанции построены на принципе его фиксации в момент пересечения оптического луча



Рисунок 2.1 – Однолучевой оптический створ, ИК-излучатель и приемник разнесены

пробегающим атлетом. Используются варианты как разнесенной схемы установки излучателя и приемника излучения на финишной линии (рис. 2.1), так и установки излучателя и приемника в общем корпусе с использованием

уголкового отражателя (рис. 2.2). Первый вариант позволяет обеспечить как хорошую дальность порядка десятков - сотен метров, так и предсказуемую



Рисунок 2.2 – ИК-излучатель и приемник объединены, используется отражатель

точность формирования оптической оси.

Второй же вариант при меньшей дальности (до 20м) более технологичен – вся электронная часть с элементами питания и передачи информации расположена в одном корпусе. К тому же упрощается процесс юстировки при установке оборудования.

Достаточно установить уголкового отражателя в нужной точке, не сильно заботясь о выдерживании ортогонали оптической оси относительно поверхности отражателя (луч от излучателя будет возвращаться в ту же область в пределах расхождения луча), а с противоположной стороны финиша направлять луч до момента приема его отражения. Однако такой створ имеет еще одно ограничение – при пересечении атлетом такого луча на близком расстоянии – до 3-х метров появляется вероятность засветки приемника при отражении от светлой поверхности одежды атлета. В этом



Рисунок 2.3 – Варианты размещения однолучевой системы на финише

случае система может просто «не заметить» участника и пропустить момент его финиша. Поэтому подобные системы регистрации финиша применяются в индивидуальных стартах, таких как горные лыжи (рис. 2.3).

К тому же для всех однолучевых створов главной проблемой становится наличие артефактов во время их пересечений, связанных с пересечением оптического луча рукой, головой и только затем грудью. В результате происходит искажение результата в связи с появлением дополнительных сигналов, которые при использовании нескольких створов на

короткой дистанции могут совершенно запутать исследователя. А при пробегании одновременно нескольких атлетов и вовсе становится невозможным разобраться в присвоении результатов участникам. Введение принудительной задержки для исключения сигналов от руки (как правило, до 35 мс) вносит свою погрешность в процесс измерения. Использование на финише одновременно двух створов или двухлучевого створа отчасти решает данную проблему (рис. 2.3-2.4). В этом случае только при одновременном пересечении двух лучей формируется сигнал записи времени. А из-за разнесенности по вертикали лучей на 20-30 см одновременное их пересечение, кроме как грудью, становится маловероятным, но не исключается полностью. Нырок головой на финише или выставленная вперед рука, согнутая в локте, все же могут давать ложные срабатывания. Да и при пробегании группы атлетов, растянувшихся по дистанции при установке нескольких створов на небольшом удалении – 10-20 м может сводить на нет объективность присвоения результатов [22].



Рисунок 2.4 – Двух-лучевой оптический створ

Проблему решает система синхронизации единого времени в таймерах каждого створа, в том числе и датчика старта, с центральным хронометром, так называемая «умная система». Принцип ее работы заключается в том, что незадолго до старта по команде от центрального хронометра выполняется синхронизация времени внутренних таймеров всех удаленных блоков системы. При подаче стартового сигнала внутренний контроллер анализирует акустический спектр сигнала, принятого датчиком старта. И, если спектр сигнала соответствует спектру выстрела стартового пистолета, а не голосу, свистку или иному постороннему источнику звука, то на центральный хронометр по кабелю или радиоканалу поступает не метка для записи времени (как

используется в существующих системах), а кодированный пакет с информацией о времени начала стартового сигнала с адресом датчика-отправителя. Аналогично, при пересечении створа выполняется анализ, реальный сигнал, или артефакт. Время этого анализа никак не влияет на погрешности измерения, так как начало каждого сигнала привязано к реальному времени его появления и сигнал пересечения будет передан лишь после проверки и подтверждения его достоверности. Подобно датчику стартового сигнала, каждый оптический створ передает свой адрес, что позволяет распределять принимаемые временные метки по столбцам в соответствии с адресом этой метки. К примеру, при подготовке эстафетных команд 4 x 100 м важную роль играет отбор наиболее быстрой связки из двух атлетов, передающего и принимающего эстафетную палочку. С этой целью расставляются оптические створы в начале и конце каждого из трех «коридоров», в которых выполняется передача. Длина коридора - 20 метров. Так, предварительно дается команда разрешения приема сигналов от стартового датчика и затем последовательно для каждого створа, что исключает события непредвиденного пересечения створа случайно пробегающим атлетом. После старта атлет первого этапа, подбегая ко 2-му, пересекает первый луч первого коридора, догоняет заранее стартовавшего атлета второго этапа и до пересечения луча в месте окончания первого коридора передает палочку. Естественно, второй створ зафиксирует время как атлета с эстафетной палочкой, так и следом добегающего атлета первого этапа. Аналогично пересекаются лучи коридоров третьего и четвертого этапов. Понятно, что даже при полном отсутствии артефактов от пересечения палочкой или руками, сложно будет разобраться, кому какой результат соответствует. А ведь таких попыток за тренировку выполняется достаточно много. Каждый оптический створ имеет персональный адрес в системе и возможность предварительного конфигурирования его работы. Поэтому из процесса передачи пакетов с метками времени пересечений будут исключены не только артефакты, связанные с пересечением луча рукой, но и сигнал

пересечения от второго участника, передавшего эстафету. Адресация сигналов каждого оптического створа позволяет распределить результаты между этапами как с общим временем от момента старта, так и чистым временем прохождения каждого этапа. После окончания попытки отключается прием сигналов от датчиков и после просмотра тренером результатов попытки выполняется процедура сохранения файла в память системного таймера с именем времени выполнения попытки. Для фиксации временных параметров следующей попытки процедура повторяется. По окончании тренировки системный таймер подключается к компьютеру через USB-кабель и считываются сохраненные файлы в CSV формате, что позволяет их просматривать в офисной программе Microsoft Excel и строить графики.

2.2. Электронно-оптическая система «оптическая дорожка» для измерения времени опорных и безопорных периодов беговых шагов атлетов

Для измерения времени опорных и безопорных периодов беговых шагов атлетов, дополнительно была разработана электронно-оптическая система «оптическая дорожка».

Полученная с ее помощью информация необходима как один из наиболее важных критериев физической и технической подготовленности спортсменов. Предварительно было исследовано несколько вариантов технической реализации систем для измерения опорных параметров движений атлета:

1. Контактные стельки (механические, пьезоэлектрические, акселерометрические, оптические и тензометрические) и насадки на спортивную обувь (рис. 2.5) позволяют фиксировать динамические и временные параметры шагов и записывать их в архив

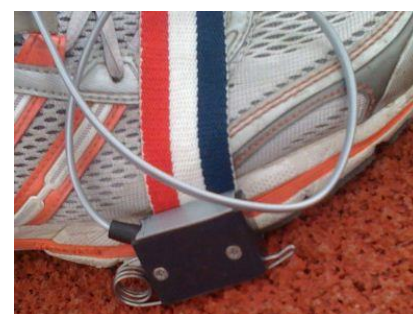


Рисунок 2.5 – Датчик на обувь

непосредственно на испытуемом, либо передавать информацию через беспроводные каналы связи на компьютер. Такой вариант решения данной задачи интересен тем, что атлет не стеснен границами зоны испытания. Он может перемещаться по нелинейной траектории (прыжки в высоту), выполнять длительные пробежки (средние и длинные дистанции). Однако наличие инородных стелек в спортивной обуви (для контактных, пьезоэлектрических или тензометрических реализаций) и присутствие навесного оборудования (оптические или акселерометрические датчики на обуви и система приема и обработки информации) вносит определенные неудобства. К тому же установка оборудования при подготовке эксперимента требует времени. Поэтому тестирование группы атлетов за одну тренировку становится проблематичной.

2. Тензометрическая платформа – позволяет фиксировать динамические параметры в виде приложенных усилий к опоре во время движений атлета в трех плоскостях. Оптимальное решение для измерений динамических и временных параметров спортивного движения в метаниях (ядро, диск, молот). Но такая система дорогостоящая и стационарная, что ограничивает возможности экспериментальных исследований.

3. Реализация задачи измерения временных параметров бега для групп испытуемых выполняется в виде комплекса оборудования, когда на старте беговой дорожки размещается блок облучателей, формирующий последовательность в виде гребенки из лазерных лучей непосредственно над беговой дорожкой на высоте 1 см с шагом 4-6 см один луч от другого и общей шириной гребенки в пределах ширины беговой дорожки. На финише устанавливается блок приемников так, чтобы каждый луч от облучателя засветил соответствующий приемник. Испытуемый во время бега периодически пересекает один из лучей, а приемник дает команду фиксации времени опоры или полета соответствующего шага. Развернутая система позволяет поочередно пропустить достаточно большую группу испытуемых. Но основная трудность в таком варианте состоит в кропотливой юстировке

при установке системы, что требует для этого целую группу специалистов

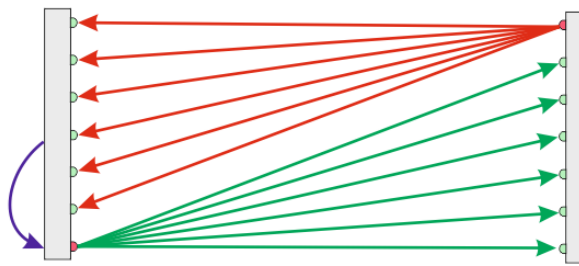


Рисунок 2.6 – Схема организации сенсорной поверхности

обеспечения. Разработанный вариант оптической дорожки принципиально исключает подобные эксплуатационные трудности. Отличие новой системы - в самой идее (рис. 2.6):

– используется модулированный луч инфракрасного светодиода (для исключения необходимости подстройки порога срабатывания приемников при изменении уровня внешней освещенности) [22, 24];

– излучатель как точечный источник формирует конус с таким углом раскрытия, чтобы блок фотоприемников засвечивался по всей ширине на расстоянии от 30 до 100 м и более.

Таким образом, луч направленный на находящийся с противоположной стороны дорожки приемный блок с горизонтально расположенными фотоприемниками, формирует прямоугольный треугольник, пересекая который, испытуемый в момент опоры при беге будет создавать оптическую тень для одного из приемников и тем самым фиксируется опорная фаза бегового шага атлета. В крайней части приемного блока вмонтирован ИК-излучатель, который «подсвечивает» противоположный приемник. Так организована оптическая система в виде двух дополняющих прямоугольных треугольника, которая формируют полноценную «оптическую дорожку» (рис. 2.6 и 2.7). Для простоты установки в центре каждого приемного блока



Рисунок 2.7 – Фрагмент оптической дорожки

установлен сверхяркий красный светодиод с узкой диаграммой направленности - порядка 6° , который будет виден даже в солнечную погоду на расстоянии более 100 м при юстировке системы. В момент, когда ИК луч

засветит все приемники, светодиод погаснет, и будет светиться только в момент пересечения одного из лучей. С целью упрощения приема информации (системный таймер подключен только к одному приемнику) ИК-излучатель противоположной стороны оптической дорожки засинхронизирован с выходом своего приемника. И, как только на дальнем приемнике зафиксировано пересечение одного из лучей (первый треугольник), будет заблокировано излучение на второй приемник, что подтвердит на выходе ближнего приемника пересечение оптической дорожки. По аналогии с оптическими створами передается информация о времени пересечения лучей на каждом шаге при опоре с той лишь разницей, что от системы «оптическая дорожка» передается время, как начала, так и окончания ее пересечения. Все переданные результаты синхронно принимаются системным таймером с адресом оптической дорожки в виде отдельных двух столбцов - общее и чистое время.

При синхронной работе оптической дорожки и оптических створов информация с адресами створов пишется в колонку общего времени последовательно за результатами, принимаемыми от дорожки. Такая комплексная работа позволяет тренеру определить количество шагов, которые выполнил атлет в промежутке между пересечениями соответствующих створов [22, 24].

Контрольные вопросы и задания для самоконтроля

1. Дать техническую характеристику и возможности использования электронно-оптических створов с разнесенной схемой установки излучателя и приемника излучения.
2. Дать техническую характеристику и возможности применения электронно-оптических створов с установкой излучателя и приемника в одном общем корпусе с использованием уголкового отражателя.
3. Отобразить и прокомментировать схему подключения элементов

електронно-оптичної системи для реєстрації часових показувачів в спринтерському бігу, стрибках в довжину і метанні списа.

4. Дати технічну характеристику і можливості використання діагностичної системи «оптична дорожка».
5. Відобразити і прокоментувати схему підключення елементів діагностичної системи «оптична дорожка» на прикладі спринтерського бігу, стрибків в довжину і метанні списа.

Рекомендувана література

1. Галиця В.І. Технічні засоби і системи експрес діагностики для використання в технологіях управління підготовкою спортсменів /В.І. Галиця, П.А. Качанов, А.С. Горлов //Вісник НТУ «ХПІ» 37-2012; за ред. проф. Качанова П.О. – Х.: НТУ «ХПІ», 2012. – С. 42–50.
2. Галиця В.І. Інженерні засоби в технологіях управління підготовкою спортсменів /В.І. Галиця, А.С. Горлов, С.О. Маковецький //Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: ХХ міжнар. науково-практ. конф. 15-17 травня 2012 р.: тези допов. – Харків: НТУ «ХПІ». – С. 291.
3. Горлов А.С. Проблеми удосконалення системи індивідуальної підготовки юних бегунів на короткі дистанції 100-200 м: монографія /А.С. Горлов. – Х.: Вид-во «Підручник» НТУ «ХПІ», 2014. – 240 с.
4. Горлов А.С. Аналіз старту і стартового прискорення у бігунів-спринтерів Харківської області в 2010-2011 тренувальному році /А.С. Горлов, С.І. Гавриш, В.І. Ірхін //Здоров'я нації і удосконалення фізкультурно-спортивної освіти в Україні: Мат. II Всеукр. наук.-практ. конф., 2-3 жовтня 2012 р.: тези докл. – Х.: Вид-во «Підручник» НТУ «ХПІ», 2012 – С.134–136.

3. МЕТОДИКА ВИДЕОАНАЛИЗА БИОМЕХАНИКИ ДВИЖЕНИЙ СПОРТСМЕНОВ

3.1. Особенности применения скоростной видеосъемки движений спортсмена

Для выполнения измерений кинематических параметров спортивных движений атлетов в научной лаборатории кафедры физического воспитания НТУ «ХПИ» применяется видеокамера FinePix HS20EXR с переменной скоростью видеосъемки, а в плоскости кадра обязательно должен присутствовать предмет с известными размерами в качестве репера. Благодаря сравнению проекций репера и, к примеру, спортивного снаряда всегда существует возможность определения расстояний, которые проходит снаряд в меж-кадровые промежутки времени [23].

С целью определения степени достоверности метода и погрешностей измерений расстояния и времени его прохождения в лабораторных условиях проводился констатирующий эксперимент:

- камера устанавливалась на штативе для исключения движения во время видеосъемки;

- трансфокатор объектива был установлен в максимально узко-фокусном положении для минимизации угловых искажений между центром кадра и его краями. При этом угол между центром и краем плоскости съемки относительно объектива камеры был минимизирован. Так, для угла захвата объектива $\alpha = 8^{\circ}$, $\cos \alpha = 0,9903$, что составило разброс менее 1% между расстояниями от объектива до центра плоскости съемки кадра и до края этой плоскости. А для угла $\alpha = 2,5^{\circ}$, $\cos \alpha = 0,999$ или 0,1% угловой погрешности;

- в плоскости съемки была размещена бумажная лента длиной 2 м с предварительно нанесенной разметкой в виде линий с шагом 1 см и подписанной шкалой каждые 5 см. Место съемки было оборудовано достаточно мощными источниками освещения для уменьшения времени

экспозиции каждого кадра, вследствие чего уменьшилась размытость движущегося предмета. С высоты 2 м сбрасывался мяч в режиме свободного падения. Камера производила съемку процесса падения и отскока мяча в режиме 80, 160 и 320 кадров в секунду. Вследствие того, что при съемке на повышенной скорости кадр имел уменьшенное разрешение (640x480 для 80 к/с, 320x240 для 160 к/с и 320x112 для 320 к/с) и реперная лента нечетко просматривалась, план съемки был максимально укрупнен. При падении мяча производилась его видеосъемка в зоне приземления на фоне реперной ленты. Фиксировался момент падения мяча, его отскок и повторное приземление. Таким образом, была выполнена съемка трех попыток для скоростей 80, 160 и 320 кадров в секунду.

Результаты видеосъемки обработаны в компьютерной программе видеоанализа «Kinovea». При покадровом просмотре видеоматериала выбирался кадр момента появления мяча в кадре, затем устанавливался таймер в «0» и кадр сохранялся в виде Screenshot. Далее покадрово просматривалось перемещение мяча вдоль реперной ленты вплоть до момента приближения его к краю поля съемки, кадр также сохранялся. После отскока в момент появления мяча в зоне съемки на фоне ленты включался второй таймер и устанавливался в «0», кадр сохранялся. Таким же образом сохранялись кадры непосредственно перед вылетом мяча из поля зрения камеры и дважды при приземлении с индицируемым временем и местоположением мяча на фоне измерительной ленты.

Обработка материала выполнялась следующим образом:

1. В таблицу заносилась информация о времени и местоположении проекции центра мяча на ленте, как в фазе свободного падения, так и при взлете – падении после отскока.
2. Подставляя полученную пространственную информацию проекций с реперной ленты в формулы, вычислялось время прохождения мяча через точки проекции (рис. 3.1).
3. Сравнивая полученный результат с данными измерений меж-

кадровых временных отрезков с учетом выбранной скорости съемки, вычислялась погрешность метода (табл. 3.1).

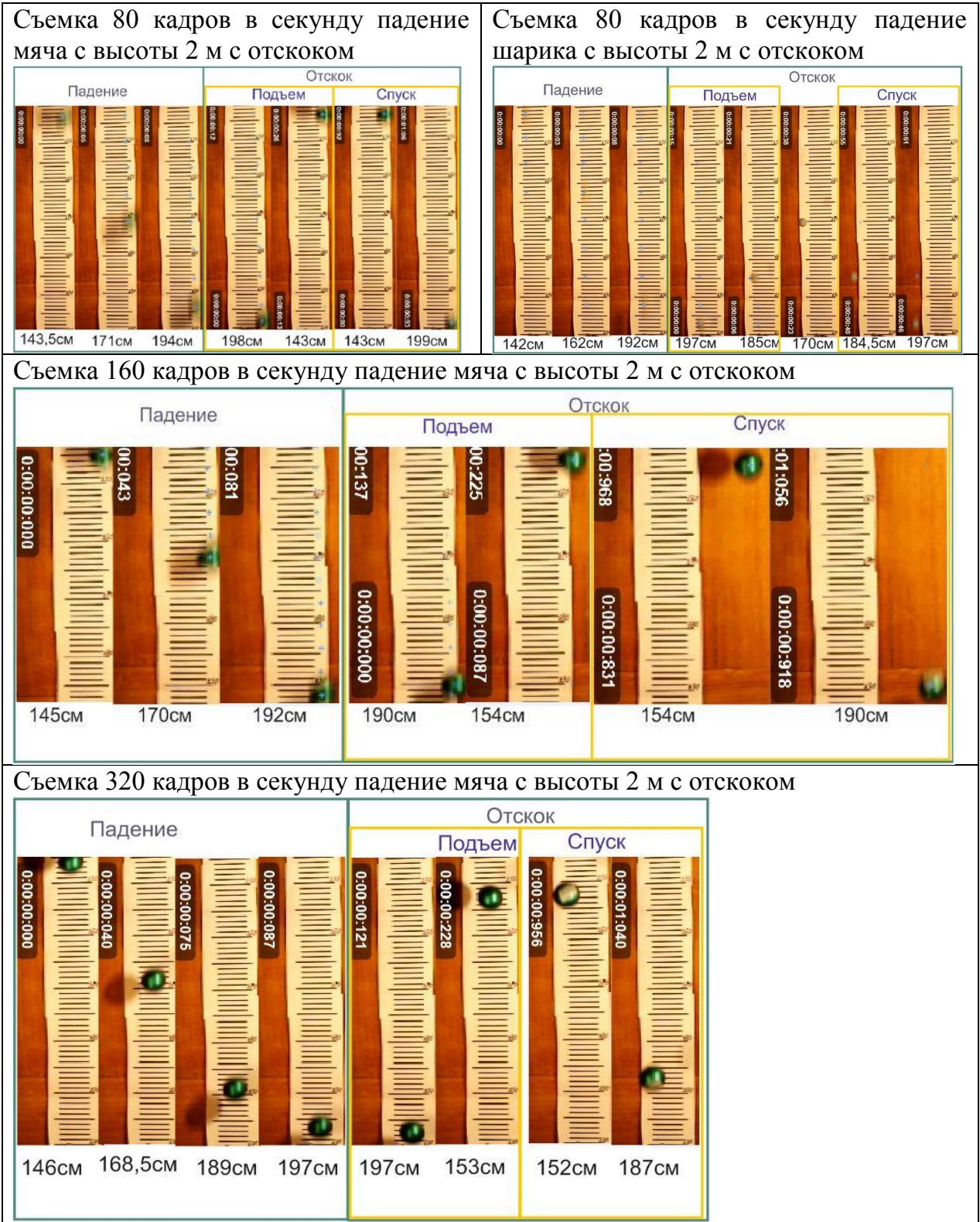


Рисунок 3.1 – Видеосъемка процесса свободного падения и отскока мячика при различных его скоростях

Таблица 3.1– Сводная таблица измерений времени и пройденного пути при свободном падении мяча и шарика с высоты 2м по результатам видеосъемки. Сравнение с результатами теоретических расчетов. Расчет погрешностей метода.

Событие	Частота съемки		Скорость мяча		Частота съемки		Скорость мяча		Частота съемки		Скорость мяча	
	80 к/с		V, м/с		160 к/с		V, м/с		320 к/с		V, м/с	
	S, см	T, с	V расч.	Vфакт	S, см	T, с	V расч.	Vфакт	S, см	T, с	V расч.	Vфакт
Падение 0 с Полпути	142	0			144	0			145,5	0		
					154	0,018			179	0,059		
приземление			Погрешн 0,018		165	0,037	Погрешн 0,044				Погрешн 0,059	
	192	0,08	3,067	3,13	183	0,068	2,994	2,87	198,5	0,090	3,119	2,94
отскок 0 с взлет максимум падение приземление	197	0			183,5	0			198,5	0		
	185	0,06			170	0,087			176	0,109		
	170	0,23			163,5	0,206			165	0,256		
	184,5	0,4	Н расч.,м	Н факт.,м	170	0,312	Н расч.,м	Н факт.,м	176	0,406	Н расч.,м	Н факт.,м
	197	0,46	0,259	0,270	186	0,412	0,208	0,225	198,5	0,515	0,329	0,335
			Погрешн	0,039			Погрешн	0,075			Погрешн	0,018
Падение 0 с Полпути приземление	143,5	0			145	0			146	0		
	171	0,05			170	0,043			168,5	0,04		
	194	0,08			192	0,081			197	0,087		
отскок 0сек взлет падение приземление	198	0	V,м/с взлета-пад.		190	0	V,м/с взлета-пад.		197	0,121	V,м/с взлета-пад.	
	143	0,13	4,231		154	0,087	4,138		153	0,228	4,112	
	143	0,8		Погрешн	154	0,831		Погрешн	152	0,956		Погрешн
	199	0,93	4,308	0,0179	190	0,918	4,138	0,000	187	1,04	4,167	0,0131
Падение 0 с Полпути приземление	0	0				0						
	101	0,41	2,46	Погрешн	99	0,412	2,40	Погрешн	100	0,412	2,43	Погрешн
	197	0,61	4,80	0,0264	199	0,612	5,00	0,039	199	0,606	5,10	0,049

Таким образом, по результатам проведенных в лаборатории испытаний стало очевидным, что дальнейшие эксперименты с помощью данной видеокамеры и использованной методики метрологической калибровки становятся возможными к проведению более глубоких исследований кинематических характеристик спортивных движений в различных видах спорта. Допустимые погрешности измерений скорости в пределах 1-2%. Для непрямых методов измерения скорости и временных отрезков в коротких фазах спортивных движений такая погрешность является допустимой (менее 5%), а такие измерения полноправно могут быть использованы для кинематических расчетов теоретических моделей движений и в компьютерных программах видеоанализа.

3.2 Разработка методики видеоанализа движений с помощью принципа пропорциональности в кинематических измерениях и применения компьютерных программ векторной графики

Основой результативной попытки копьеметателя является фаза выполнения броска. Рассмотрим кинематическую модель положения звеньев тела копьеметателя финальной фазы разбега в момент выпуска копья. Скорость вылета копья определяется как сумма векторов скоростей звеньев тела атлета, участвующих в процессе метания, а именно коленного, тазобедренного, плечевого, локтевого суставов и кисти в точке контакта с копьем [10, 23, 27].

Значение вектора скорости в коленном суставе относительно неподвижной точки опоры – пятки определяется в виде:

$$V_b = V_a + V_{ab} = V_a + \omega_{ab} \cdot AB, \quad (3.1)$$

при $V_a = 0$ – точка опоры неподвижна.

$$\omega_{ab} = \frac{V_b}{AB} \quad (3.2)$$

где V_b - вектор скорости коленного сустава опорной ноги атлета, ω_{ab} - угловая скорость вращения коленного сустава опорной ноги атлета относительно

точки опоры, AB - расстояние от коленного сустава до точки опоры.

Для последующих измерений параметров движения звеньев тела атлета, участвующих в процессе метания, удобно использовать полюса мгновенного центра скоростей для каждой пары (рис. 3.2). Так, угловая скорость вращения тазобедренного сустава относительно точки мгновенного центра скоростей точек V_b и V_c определяется в виде:

$$\omega_{bc} = \frac{V_b}{P_{V(bc)}B}, \quad (3.3)$$

где $P_{V(bc)}$ точка мгновенного центра скоростей точек C и B .

$$V_c = \omega_{bc} \cdot P_{V(bc)}C, \quad (3.4)$$

где $P_{V(bc)}C$ - расстояние от точки C до мгновенного центра скоростей точек B и C .

Аналогично определяются кинематические параметры для плечевого (точка D) и локтевого (точка E) суставов, а также для кисти (точка F):

$$\omega_{cd} = \frac{V_c}{P_{V(cd)}C}, \quad (3.5)$$

$$V_d = \omega_{cd} \cdot P_{V(cd)}D, \quad (3.6)$$

$$\omega_{de} = \frac{V_d}{P_{V(de)}D}, \quad (3.7)$$

$$V_e = \omega_{de} \cdot P_{V(de)}E, \quad (3.8)$$

$$\omega_{ef} = \frac{V_e}{P_{V(ef)}E} \quad (3.9)$$

$$V_f = \omega_{ef} \cdot P_{V(ef)}F. \quad (3.10)$$

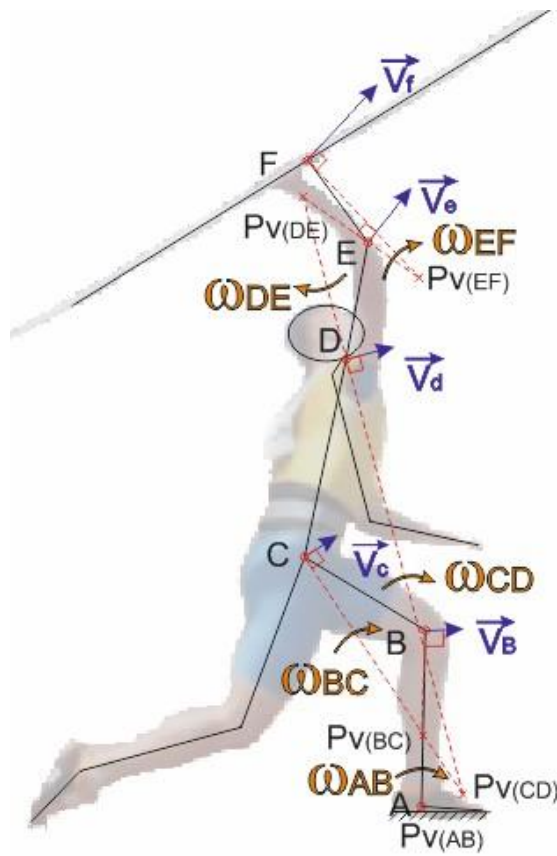


Рисунок 3.2 – Кинематическая модель расчета параметров звеньев тела копьеметателя относительно мгновенных центров скоростей

Для данного случая, когда известно направление вектора скорости

каждого из звеньев, становится возможным определить точки мгновенных центров скоростей для каждой пары звеньев. Однако существует иной метод вычисления параметров скорости звеньев тела копьеметателя – через взаимное расположение звеньев его тела (рис. 3.3):

$$V_b \cdot \cos \alpha = V_c \cdot \cos \beta, \quad (3.11)$$

$$V_c = \frac{V_b \cdot \cos \alpha}{\cos \beta}, \quad (3.12)$$

где α – угол между вектором скорости в т. В и звеном ВС, β – угол между вектором скорости в т. С и звеном ВС.

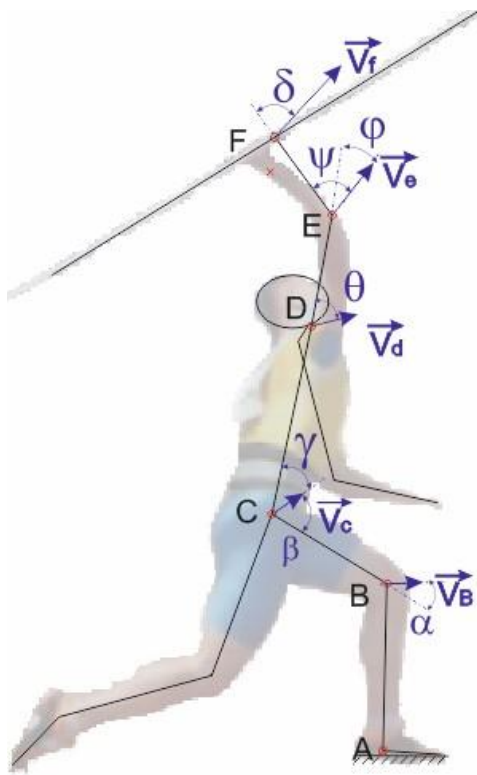


Рисунок 3.3 – Кинематическая модель расчета параметров звеньев тела копьеметателя через взаимное их расположение

И так для каждого звена:

$$V_c \cdot \cos \gamma = V_d \cdot \cos \theta, \quad (3.13)$$

$$V_d = \frac{V_c \cdot \cos \gamma}{\cos \theta}, \quad (3.14)$$

$$V_b \cdot \cos \theta = V_e \cdot \cos \varphi, \quad (3.15)$$

$$V_e = \frac{V_d \cdot \cos \theta}{\cos \varphi}, \quad (3.16)$$

$$V_e \cdot \cos \psi = V_f \cdot \cos \delta, \quad (3.17)$$

$$V_f = \frac{V_e \cdot \cos \psi}{\cos \delta}, \quad (3.18)$$

где δ , γ , θ , φ и ψ соответствующие углы между звеньями CD, DE, EF и векторами скоростей крайних точек этих звеньев C, D, E, F.

Результирующая скорость кисти метателя вычисляется через скорость коленного сустава в виде:

$$V_f = V_b \frac{\cos \alpha \cdot \cos \gamma \cdot \cos \psi}{\cos \beta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \delta}. \quad (3.19)$$

Отдельного внимания заслуживают технические возможности методики исследования кинематических параметров движения спортсменов на базе оборудования скоростной съемки в комплексе с программой

компьютерной графики. Ниже приведены примеры технических решений получения информации о пространственно-временных параметрах отдельных звеньев тела спортсмена в привязке к временным интервалам покадровой съемки (рис. 3.4-3.5) [22, 23]:

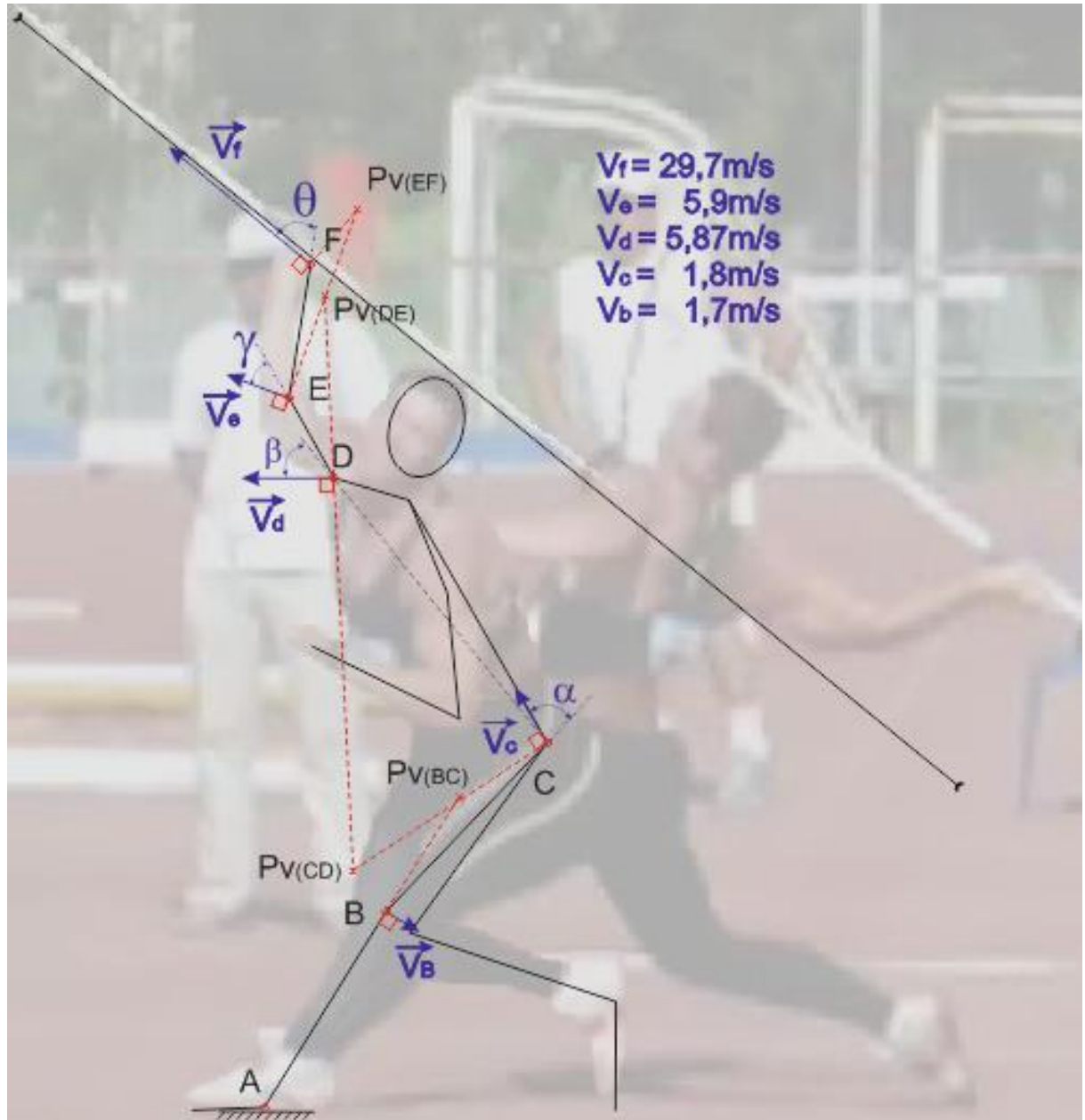
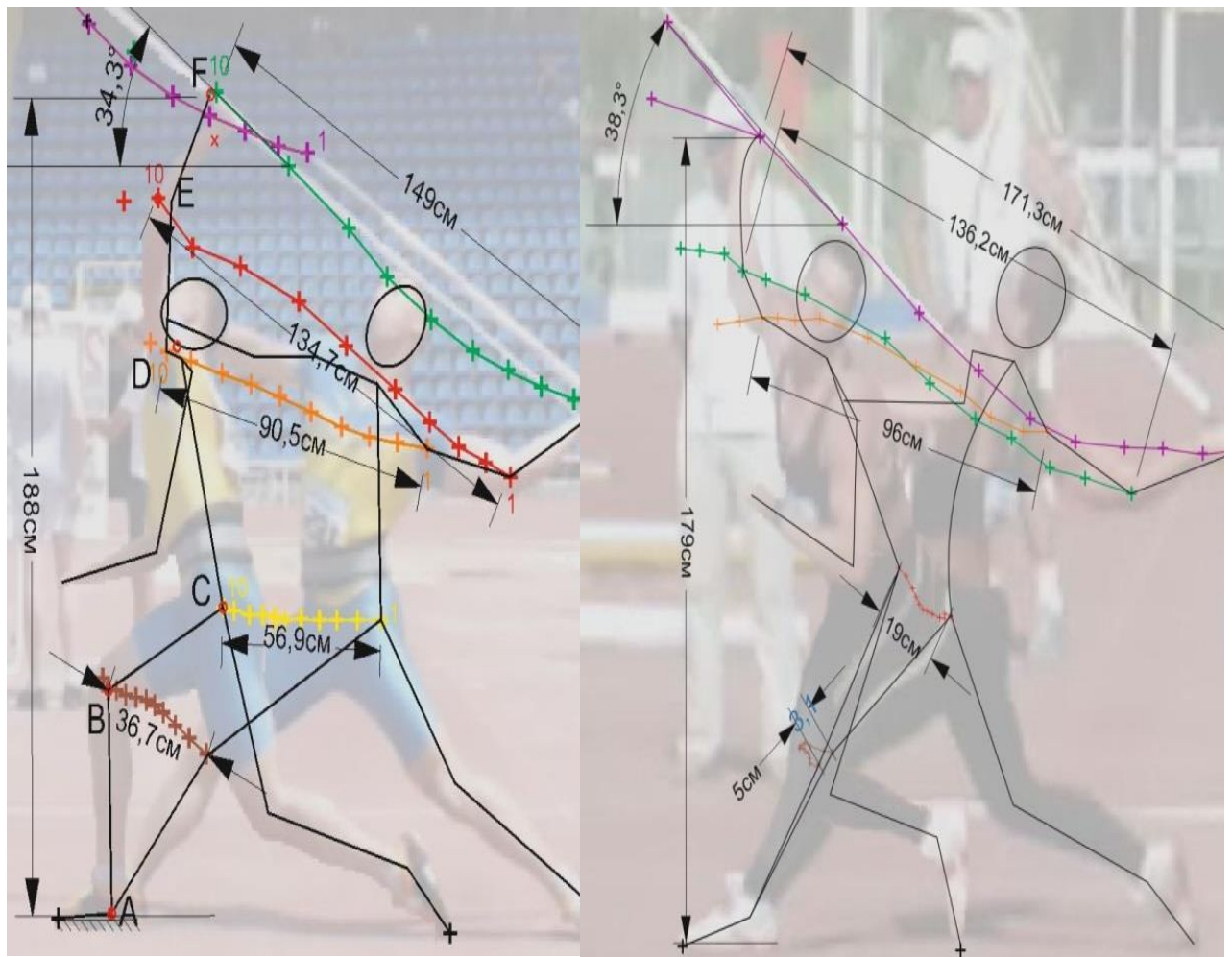


Рисунок 3.4 – Кинематическая модель распределения векторов скорости в отдельных звеньях тела копьеметателя в финальной фазе разгона

Проведенные кинематические исследования открывают перспективу развития методики, позволяющей как атлету, так и его тренеру оперативно получать информацию не только о параметрах вылета спортивного снаряда,

но и иметь возможность подробно проанализировать работу всех звеньев тела атлета в фазе выполнения метания, а также сравнить технику выполнения броска у различных атлетов. Камеры ускоренной видеосъемки открывают новые возможности увидеть нюансы выполнения броска, чего до этого момента, как правило, не использовалось (рис. 3.6-3.8).



А — Участник Чемпионата Украины по легкой атлетике 2012 года Б — Победитель Чемпионата Украины по легкой атлетике 2012 года .

Рисунок 3.5 (А и Б) – Сравнение параметров двух вариантов кинематических моделей траектории движения в отдельных звеньях тела у разных копьеметателей в финальной фазе разгона снаряда

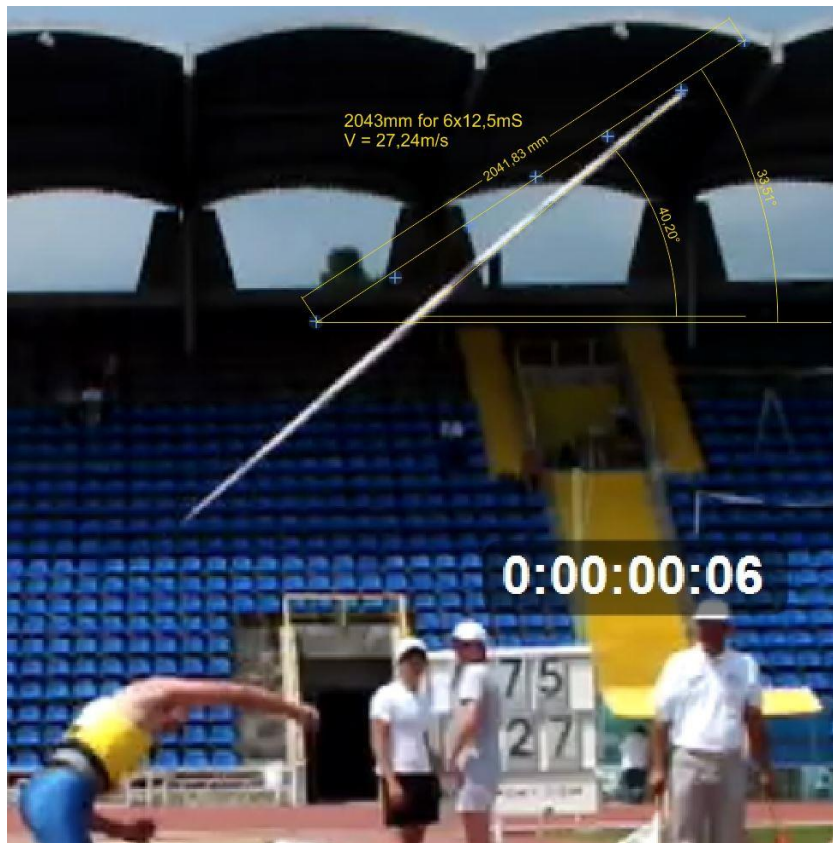


Рисунок 3.6 - Пример расчета углов вылета копья и пройденных расстояний в межкадровые промежутки в программе векторной графики

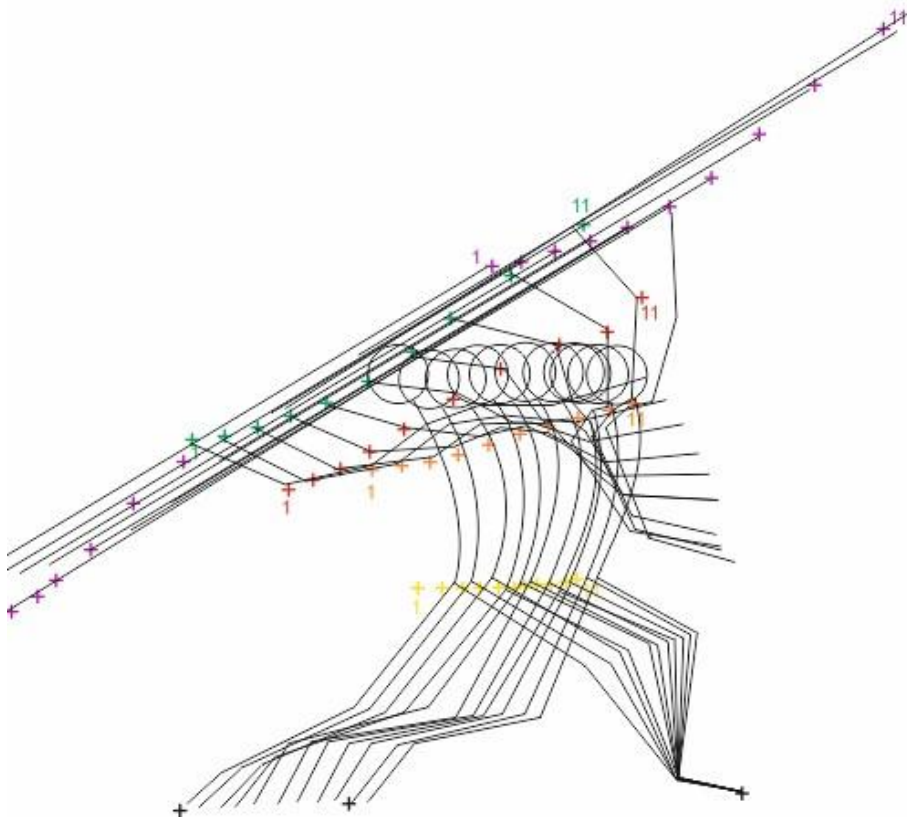


Рисунок 3.7 - Кинематическая модель перемещения отдельных звеньев тела копьеметателя с шагом покадровой съемки 12,5 миллисекунд в течение 11 кадров финальной фазы разгона



Рисунок 3.8 — Пример применения метода пропорциональности в кинематических измерениях для определения расстояния перемещения копья в плоскости кадра в течение 5-ти межкадровых промежутков с учетом размера репера

Контрольные вопросы и задания для самоконтроля

1. Пояснить критерии подготовки к выполнению видеосъемки техники спортивных движений в спринтерском беге, прыжках в длину с разбега и метании копья.
2. Каковы возможности использования программного комплекса “Kinovea” при анализе движений в спорте?
3. Прокомментировать возможности использования в спорте векторного графического редактора “Corel-DRAW”.

Рекомендуемая литература

1. Андреев Ю. М. Практикум по теоретической и аналитической механике с применением ПЭВМ: Навч. посібник / Ю.М. Андреев, Е.И. Дружинин, А.А. Ларин. – Харьков: НТУ „ХПИ”, 2004. – 100 с.
2. Галица В.И. Интерактивная система экспресс диагностики в подготовке спортсменов – копьеметателей /В.И. Галица, А.С. Горлов, П.А. Качанов //Теорія і практика фізичного виховання: науково-метод. – Донецьк: ДонНУ, 2012. – С. 409–415.
3. Галица В.И. Технические средства и системы экспресс диагностики для использования в технологиях управления подготовкой спортсменов /В.И. Галица, П.А. Качанов, А.С. Горлов //Вісник НТУ «ХПІ» 37-2012; за ред. проф. Качанова П.О. – Х.: НТУ «ХПІ», 2012. – С. 42–50.
4. Горлов А.С. Проблемы совершенствования системы индивидуальной подготовки юных бегунов на короткие дистанции 100-200 м: монография /А.С. Горлов. – Х.: Изд-во «Підручник» НТУ «ХПІ», 2014. – 240 с.

4. СОЗДАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СПОРТИВНЫМИ ДВИЖЕНИЯМИ

4.1. Интерактивный тренажер для организации оптимально-максимальной скорости разбега атлета в прыжках в длину

Предназначен для проведения измерений и экспресс-анализа основных характеристик разбега, отталкивания и приземления в прыжках в длину (рис. 4.1), а также для оперативного сигнализирования момента выхода спортсмена за пределы заданного режима разбега (недонабор скорости на контрольных участках) (рис. 4.2).

Принцип функционирования тренажера основан на непрерывном измерении скорости на последних шагах разбега и при отталкивании посредством измерения УЗ-



Рисунок 4.2 –
Детектор
индикации
скорости бега



Рисунок 4.1 – Интерактивная
система непрерывного
измерения и индикации
скорости бега атлета

от излучателя на поясе спортсмена с индикацией на дисплее до 100 значений измерения скорости в секунду и оперативного построения графиков на индикаторе с последующей архивацией (рис. 4.3). Индикационный блок, установленный за прыжковой ямой, непрерывно выводит информацию о скорости бега спортсмена и, сравнивая текущее ее значение с заданным пороговым, отражает его в виде свечения красных и зеленых светодиодов на панели пиковой индикации. Как только световая индикация переходит в зеленую зону, спортсмен

получает разрешение на выполнение прыжка, так как его скорость превысила необходимый уровень для выполнения качественной попытки.

АЛГОРИТМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИНИМАЕМОЙ ЧАСТОТЫ В СКОРОСТЬ ПРИ РАЗБЕГЕ

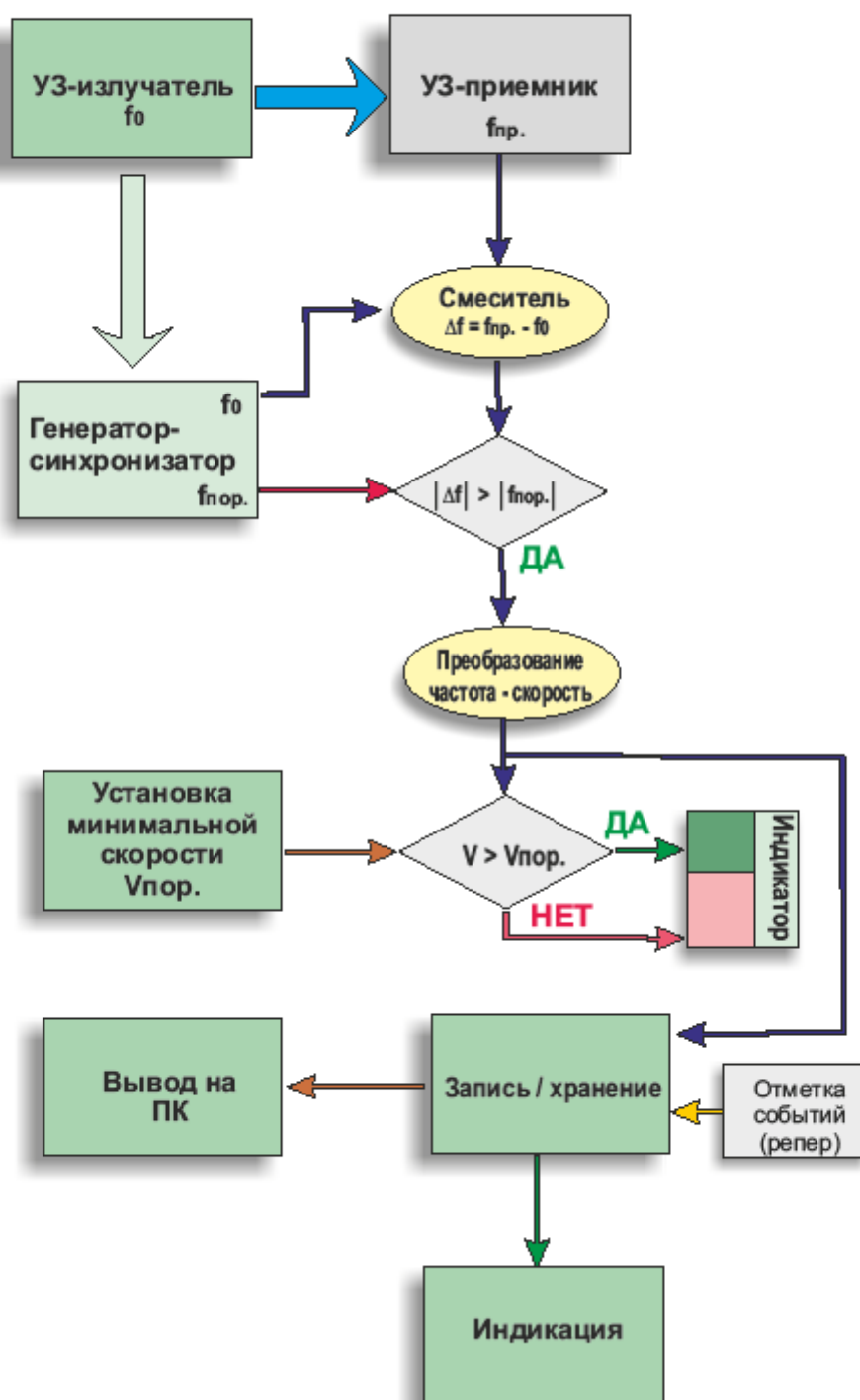


Рисунок 4.3 – Алгоритм преобразования принимаемой частоты УЗ-излучателя, установленного на спортсмене в скорость при его разбеге

4.2. Интерактивный тренажер для организации контроля и учета расчетной дальности и интенсивности приложенных усилий в метании копья

Проведен поиск и анализ способов измерения и алгоритмов преобразования полученной информации в эргономически приемлемый для пользователя вид. Было выбрано два варианта наиболее реальных с точки зрения технической реализации способа измерения начальной скорости вылета снаряда – аналога копья: 1 – измерение частоты акустической реакции при скольжении снаряда по тросу с постоянным шагом навивки, 2 – измерение Доплеровского смещения частоты ультразвукового излучателя, закрепленного на кисти спортсмена, при метании [9, 23, 54].

Принцип работы измерительной системы строится на измерении частоты акустической реакции при движении спортивного снаряда вдоль поверхности троса при имитации метания копья (рис. 4.4). Поверхность троса имеет заводскую навивку с фиксированным шагом, которая выступает в роли источника акустических колебаний при скольжении опорных втулок трубки во время метания. В связи с этим частота этих колебаний будет прямо пропорциональна скорости движения снаряда, а скорость будет вычисляться как

$$V = f \cdot n, \quad (4.1)$$

где n – заводской шаг навивки троса, который в данном случае равен 6,6мм, f – значение частоты в Гц, V – скорость снаряда в м/с.



Рисунок 4 .4 – Проведение экспериментов при работе с симулятором копья на тросе

Начиная с некоторого уровня частоты начинается непрерывный процесс измерения вплоть до момента снижения частоты. Система фиксирует максимальное значение частоты и производит дальнейшие вычисления согласно представленному алгоритму (рис. 4.5):

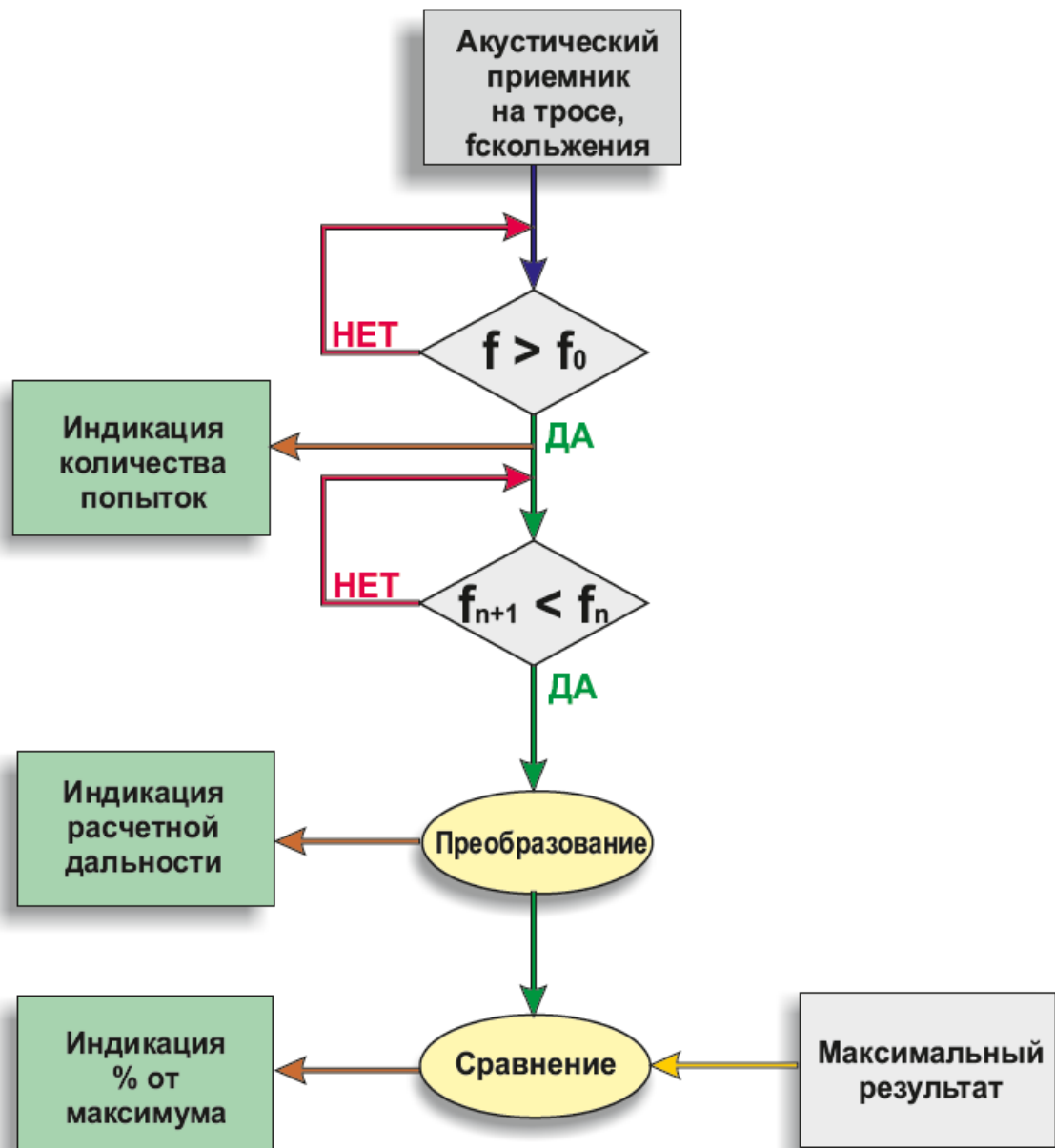


Рисунок 4.5 - Алгоритм функционирования системы измерения скорости вылета симулятора копья при его метании на тросе:

f – текущее значение частоты акустической несущей, возникающей при скольжении снаряда по поверхности троса; f_0 – пороговое значение зоны нечувствительности; f_{n-1} – максимальное измеренное значение частоты; f_n – значение измеренной частоты, определяющее момент выпуска снаряда из руки атлета.

Так, при измеренной максимальной частоте при отпускании симулятора копья на уровне 4470 Гц по формуле получаем величину начальной скорости вылета копья $V_0 = 4470 \cdot 0,0066 = 29,5 \text{ м/с}$, что при сравнении с базой данных будет соответствовать результату около 84 м.

Процесс измерения Доплеровского смещения частоты основан на

приеме частоты от ультразвукового излучателя, закрепленного на кисти спортсмена, при метании (рис. 4.6). Приемник размещается перед спортсменом или сзади него на удалении 2-4 метра от линии метаний на штативе таким образом, чтобы находиться в зоне облучения ультразвукового излучателя в период выполнения броска. Заблаговременно перед началом измерений испытуемый задает через клавиатуру значение максимального результата для вычисления уровня интенсивности, включает закрепленный на кисти излучатель и нажимает кнопку калибровки. В течение 3-х секунд производится измерение несущей частоты излучателя при нулевой скорости снаряда, после чего приступает к измерениям. Светящийся светодиод на передней панели приемника свидетельствует о наличии несущей частоты (рис. 4.7). Измерения начинаются при превышении пороговой скорости снаряда и далее выполняются вычисления в соответствии с приведенным алгоритмом (рис. 4.8).



Рисунок 4.6 – Ультразвуковой излучатель, размещается на внешней стороне кисти метателя



Рисунок 4.7 – Акустический приемник, расположенный на корпусе блока индикации измерительной системы

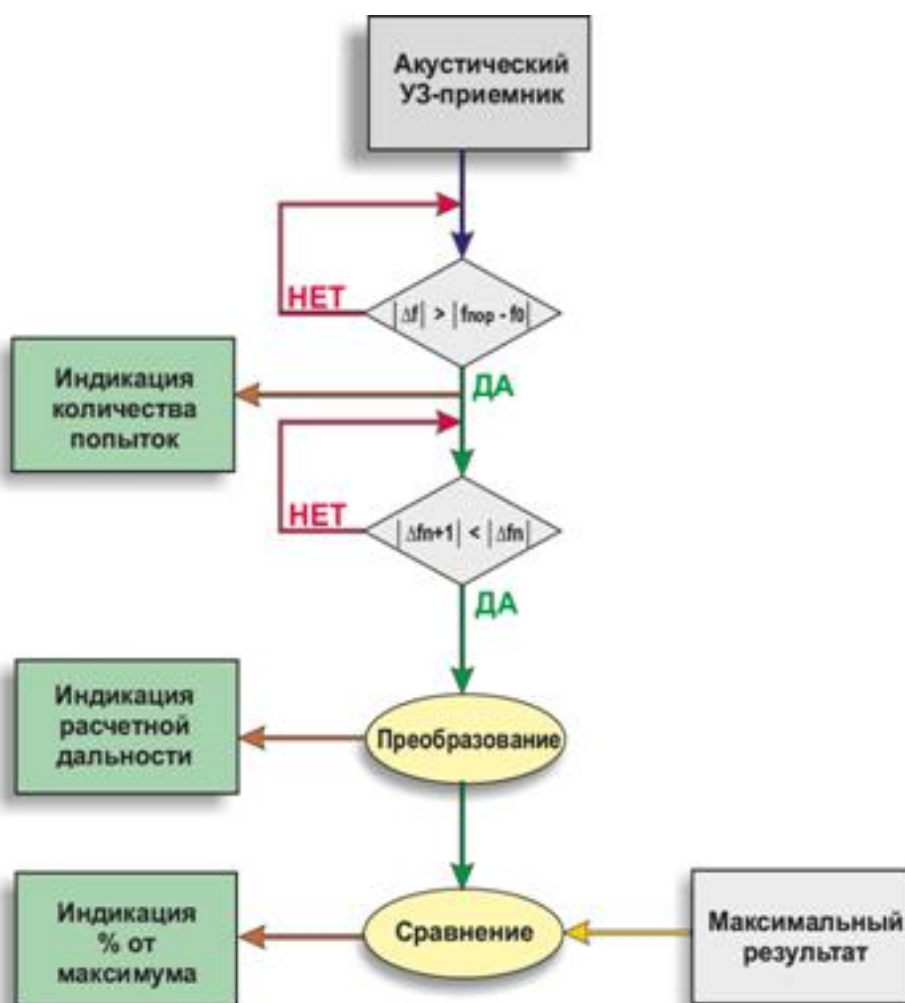


Рисунок 4.8 - Алгоритм функционирования системы измерения скорости вылета снаряда, в основе которого лежит принцип измерения Доплеровского смещения частоты:

$f_0 = 40$ кГц – частота УЗ-излучателя на кисти метателя; f – текущее принимаемое значение частоты с учетом Доплеровского смещения при метании; $f_{нор}$ – значение частоты, при превышении которого выполняются измерения; $|\Delta f_{n-1}|$ – абсолютное значение максимального прироста частоты; $|\Delta f_n|$ – абсолютное значение прироста частоты, определяющее момент выпуска снаряда из руки атлета

Оба выбранных принципа измерения начальной скорости в процессе исследования выявили как явные преимущества, так и недостатки. Принцип измерения на тросе (см. рис. 4.4) бесспорно прост и оригинален. Он относится к прямым методам измерения. Главное его преимущество – это отсутствие каких-либо устройств, требующих установки на спортсмене. Достаточно лишь закрепить на нерабочей стороне троса акустический

приемник и расположить индикационный блок. Однако наличие трущихся при скольжении поверхностей с механическими приспособлениями, функция которых усиление акустической реакции («трещётка»), со временем в силу высокой степени износа существенно снижает эффективность данной реакции. А зашумленность спортивной арены затрудняет выделение полезного сигнала, что приводит к низкой надежности такой системы и требует регулярного обслуживания. К тому же данная измерительная система является стационарной и не позволяет ее использование за пределами помещения, где она может быть установлена.

Принцип измерения Доплеровского смещения частоты (см. рис. 4.8) является более универсальным [22, 23]. И, хотя главным недостатком является наличие УЗ-излучателя на рабочей кисти спортсмена, данный принцип имеет и существенные преимущества. Во-первых, такая система полностью автономна. Ее можно использовать как на симуляторе копья с тросом, так и с обычным копьем как в помещении при метании в сетку, так и на стадионе, что существенно облегчает калибровку. Во-вторых, система помехоустойчива. Несущая частота принимается в диапазоне 39-41 кГц. А всем известно, что в данном акустическом диапазоне источники помех крайне редки, а на стадионах и в спортивных залах и вовсе отсутствуют. Да и наличие компактного излучателя на внешней поверхности кисти атлета весом 2-3% от общего веса копья в тренировочном периоде является не настолько существенным недостатком, чтобы отказаться от его применения.

В результате вышеизложенного было принято решение создать систему измерения скорости вылета снаряда на основе измерения Доплеровского смещения частоты излучателя, который будет устанавливаться на внешней стороне кисти спортсмена (см. рис. 4.5-4.8). Таким образом, метатели получают возможность иметь информацию о скорости вылета снаряда как в процессе тренировок на тросе с использованием симулятора копья, так и в тренировках по метанию реального копья.

4.3 Создание технологии расчета биомеханических моделей спортивных движений с использованием программного комплекса «КИДИМ»

Разработка технологии расчета биомеханических моделей спортивных движений выполнялась с использованием результатов предварительных измерений и видеоанализа тренировочной и соревновательной деятельности легкоатлетов. На основе полученных данных составлялись расчетные схемы и физико-математические модели спортивных действий (рис. 4.9).

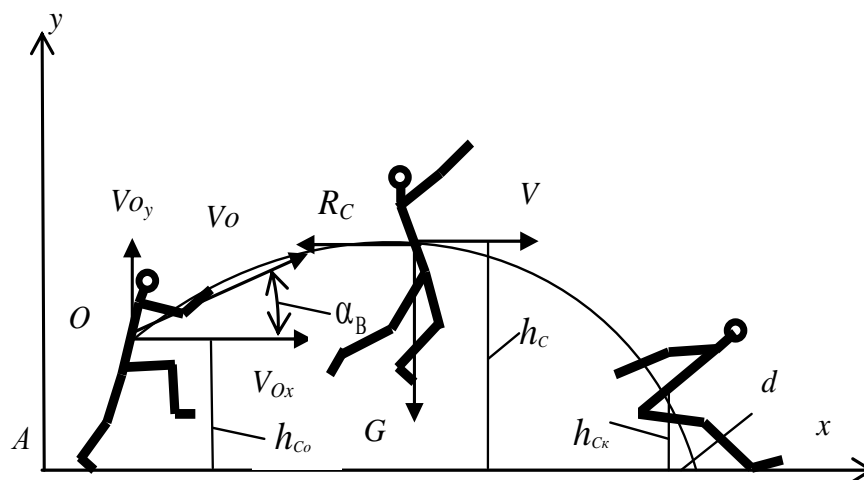


Рисунок 4.9 – Расчетная схема для определения начальной скорости вылета, угла вылета и высоты вылета общего центра массы тела (ОЦМТ) для прыгунов в длину с разбега:

V_0 – начальная скорость вылета центра масс; V_{0x} – проекция скорости вылета центра масс на ось Ox ; V_{0y} – проекция скорости вылета центра масс на ось Oy ; V – текущая скорость центра масс; $h_{Co} = h_0$ – высота вылета центра масс в начальное время вылета; G – сила тяжести; R_c – сила сопротивления воздушной среды; h_c – высота вылета ОЦТ; α_g – угол вылета центра масс; d – функция эффективности техники приземления

В проекциях на оси декартовой абсолютной системы координат:

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha_0; \quad v_{0y} = v_0 \sin \alpha_0. \quad (4.2)$$

Выражение абсолютной начальной скорости вылета центра масс:

$$v_0 = \sqrt{v_{0x}^2 + v_{0y}^2} \quad (4.3)$$

Для продолжения решения поставленной задачи сила аэродинамического сопротивления R_c для тел, движущихся в воздушной

среде плотностью ρ , равна: $R_c = 0.5 c_r \rho s V^2$; $R_c = kV^2$. При подсчёте этих сил безразмерные коэффициенты лобового сопротивления c_r определяют экспериментально в зависимости от формы тела и его ориентации в среде. Величина S (мидель) определяется значением проекции площади поперечного сечения тела на плоскость, перпендикулярную оси движения, V – абсолютная скорость тела. Известно, что плотность воздуха – $\rho \approx 1.3 \text{ кг/м}^3$. Необходимо отметить, что тело спортсмена в полете изменяет свою позу и соответственно изменяется величина миделя S . Определение переменных значений миделя S и коэффициента лобового сопротивления c_r требуют основательных дополнительных экспериментальных исследований, поэтому при решении данной задачи примем их усреднённые значения в 6-ти интервалах времени.

Переменные во времени значения коэффициентов определяются расчётным путём на основании статистических данных. Так как тело спортсмена в фазе полёта движется в одной из анатомических плоскостей – сагиттальной плоскости, составим уравнения динамики в проекциях на оси координат:

$$m\ddot{x}_c = P_x^e; \quad m\ddot{y}_c = P_y^e, \quad (4.4)$$

где m – масса тела; \ddot{X}_c, \ddot{Y}_c – соответствуют проекциям ускорения центра масс; P_x^e, P_y^e – проекции равнодействующей сил действующих на тело.

При движении в плоскости xAy , систему уравнений можно записать следующим образом:

$$m\ddot{x} = -R_{cx}; \quad m\ddot{y} = -G - R_{cy}; \quad (4.5)$$

$$m\ddot{x} = -R_c \cos \alpha; \quad m\ddot{y} = -mg - R_c \sin \alpha; \quad (4.6)$$

$$\cos \alpha = \dot{x}/v; \quad \sin \alpha = \dot{y}/v; \quad v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2} \quad (4.7)$$

α – угол между текущими проекциями скорости центра масс тела и

вектором его скорости, определяющий знаки проекций векторов сил на оси координат.

Реализация физико-математических моделей и построение графических характеристик осуществлялась на базе программного комплекса «КИДИМ». Название программного комплекса «КИДИМ» составлено из слов «кинематика», «динамика», «машин». Комплекс предназначен для проведения расчетов для анализа статики, кинематики и динамики материальных точек, тел механических и биомеханических систем. «КИДИМ» создавался на кафедре теоретической механики Харьковского политехнического института (рис. 4.10). Свидетельство о регистрации авторского права на произведение № 16273: Украина. Программный комплекс для расчетов кинематики, кинетостатики и динамики дискретных моделей машин и механизмов (КИДИМ): компьютерная программа / Ю. М. Андреев – дата регистрации 12.04.2006 г [70, 77].

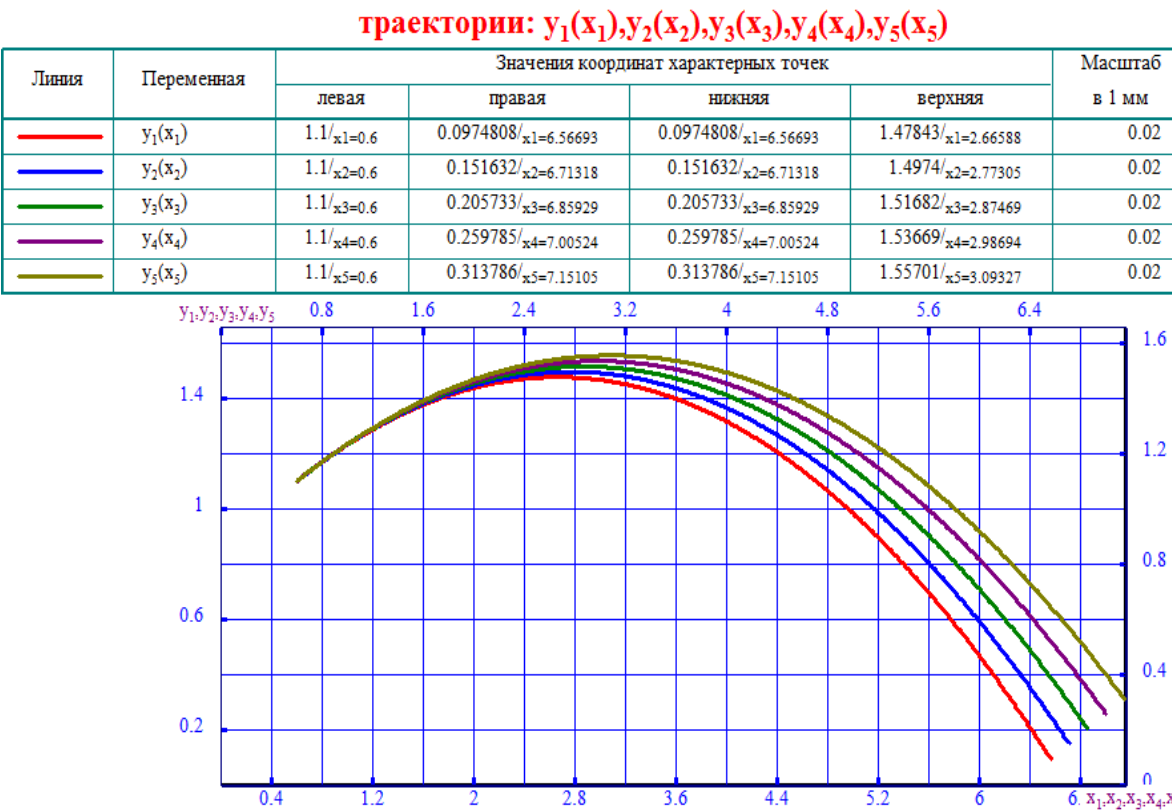


Рисунок 4.10 – Моделирование вариантов траекторий полета для различных значений начальной скорости вылета в прыжках в длину с разбега

Коренным отличием данного программного комплекса от большинства других, применяемых для выполнения заданий кинематических расчетов в практике, является наличие встроенной специализированной системы компьютерной алгебры (СКА). Это существенно облегчает работу исследователя, повышает надежность получаемых результатов и дает возможность:

- использовать очень гибкий язык ввода и редактирования аналитической и числовой входной информации;
- организовать более глубокую диагностику исходных данных, чем это обычно имеет место;
- унифицировать подготовку исходных данных для различных видов расчетов;
- полностью автоматизировать процесс построения математической модели рассчитываемого динамического процесса;
- исключить возникновение ошибок при осуществлении громоздких аналитических преобразований, дифференцировании функций и др.

Расчеты производились в программных оболочках в соответствии с требуемым видом расчета – решением прямой задачи кинематики, прямой или обратной задачи динамики, статики, свободных и вынужденных линейных колебаний. При этом формировались выходные аналитические и числовые результаты в виде формул, графиков, таблиц, которые могут быть включены в отчеты и сохранены в файлах для последующего использования в расчетах и документах.

Исходные данные записываются в аналитическом виде с использованием иллюстрирующих рисунков и представляют собой описание механической и биомеханической модели рассчитываемого процесса. Создание технологии расчета биомеханических моделей спортивных движений осуществлялось с использованием результатов предварительных измерений и видеоанализа тренировочной и соревновательной деятельности спортсменов.

Контрольные вопросы и задания для самоконтроля

1. Пояснить работу интерактивного тренажера для организации оптимально-максимальной скорости разбега атлета в прыжках в длину.
2. Пояснить работу интерактивного тренажера для организации контроля и учета расчетной дальности и интенсивности приложенных усилий в метании копья.
3. Какая цель преследуется при применении программного комплекса «КИДИМ» в биомеханическом анализе спортивных движений?
4. В чем коренное отличие программного комплекса «КИДИМ» от других, применяемых для выполнения заданий биомеханических расчетов в спортивной практике?
5. Обосновать параметры, по которым производится моделирование прыжков в длину с разбега с помощью программного комплекса «КИДИМ».
6. Обосновать параметры, по которым производится моделирование метания копья в легкой атлетике с помощью программного комплекса «КИДИМ».

Рекомендуемая литература

1. Аванесов В.У. Применение специального кистевого отягощения в процессе выполнения бросковой работы легкоатлетами-метателями / Аванесов В.У., Ефремова В.И. // Моделирование спортивной деятельности в искусственно созданной среде (стенды, тренажеры, имитаторы): Матер. межд. конф. – М.: ВНИИФК, 1999. – С. 4–5.
2. Галица В.И. Интерактивная система экспресс диагностики в подготовке спортсменов – копьеметателей /В.И. Галица, А.С. Горлов, П.А. Качанов //Теорія і практика фізичного виховання: науково-метод. – Донецьк: ДонНУ, 2012. – С. 409–415.

3. Галица В.И. Технические средства и системы экспресс диагностики для использования в технологиях управления подготовкой спортсменов /В.И. Галица, П.А. Качанов, А.С. Горлов //Вісник НТУ «ХПІ» 37-2012; за ред. проф. Качанова П.О. – Х.: НТУ «ХПІ», 2012. – С. 42–50.
4. Курашвили В. А. Программное обеспечение «Kinovea» для анализа движений /В.А.Курашвили //Вестник спортивных инноваций: выпуск №36. – 2012. –13 с.
5. Попов Г.И. Координационные перестройки в технике метания копья: модельные и экспериментальные оценки /Г.И. Попов, Б.В. Ермолаев, А.Л. Аракелов //Теория и методика физической культуры, 1993. – №1. – С.7–10.

5. ПРИМЕНЕНИЕ РАЗРАБОТАННЫХ ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ В ПРАКТИКЕ КОМПЛЕКСНОГО КОНТРОЛЯ ЛЕГКОАТЛЕТИЧЕСКОГО СПОРТА

В последние десятилетия XX столетия было проведено значительное количество научных исследований, посвященных проблеме комплексного контроля в спорте. В периодической печати было опубликовано более 150 работ по данной проблеме. Больше всего работ посвящено вопросам физической, технической, тактической и функциональной подготовленности спортсменов, специализирующихся в различных видах спорта. Объективной основой для выявления сдвигов от воздействия тренировочных нагрузок является информация, полученная в процессе контроля. Однако соединение программы контроля в разных видах спорта, спортсменов различного возраста и квалификации, естественно, неодинаково. Эффективная система контроля дает возможность тренеру объективно оценивать правильность избранного направления подготовки, своевременно вносить коррективы в учебно-тренировочный процесс [54, 66, 67, 72].

В течение последнего времени усилиями ведущих специалистов России и Украины был решен ряд актуальных задач по созданию системы комплексного контроля подготовленности спортсменов (В.М. Зациорский 1971, 1979; Ю.И. Смирнов, 1976; М.А. Годик и В.Н. Платонов, 1980; В.А. Запорожанов, 1982; Ф.А. Иорданская, 1983; В.П. Бизин, 1987 и др.) [54].

Вместе с тем ряд актуальных вопросов комплексного контроля не нашел своего достойного решения и отражения в литературе. Так, в частности, не разработана структура и не сформулировано четкое определение системы комплексного контроля, включающей различные подсистемы. Нет четкой систематизации (классификации) информативных параметров комплексного контроля и современных инструментальных методов их измерения. Практически отсутствуют доступные публикации по унификации и стандартизации технических средств и методов комплексного

контроля. Не получила должного освещения в литературе такая актуальная проблема, как проблема автоматизации комплексного контроля в спорте на основе унифицированных измерительно-вычислительных и тренажерно-исследовательских комплексов, разработанных с использованием микропроцессоров и компьютерных технологий. Совершенно недостаточно уделяется внимания решению вопросов метрологического обеспечения измерений в процессе контроля [44, 45].

Таким образом, подготовка спортсмена, специализирующегося в том или ином виде спорта – это, по существу, процесс управления его состоянием. При этом данный процесс управления будет оптимальным, если тренер-педагог будет иметь научно обоснованную программу управления процессом тренировки, включающую технологии, инновационные средства и методы диагностики основных видов подготовленности спортсменов различной квалификации и специализации.

5.1 Электронно-оптическая система двухлучевого створа в констатирующем эксперименте по изучению соревновательной деятельности украинских бегунов на короткие дистанции 100 м.

Эксперимент по изучению эффективности соревновательной деятельности ведущих украинских спринтеров на дистанции 100 м является актуальным по той причине, что рекорды Украины, установленные В. Борзовым на дистанциях 100 и 200 м более сорока лет (с 1972 г.), до настоящего времени в нашей стране, к сожалению, никем не «побиты».

Цель работы. Проанализировать соревновательную деятельность отечественных и зарубежных европейских бегунов на короткие дистанции и обосновать некоторые пути совершенствования подготовки спринтеров Украины.

Задачи исследования: исследовать и сравнить эффективность соревновательной деятельности отечественных и ведущих европейских спринтеров на дистанции 100 м; определить перспективные пути

совершенствования подготовленности спортсменов в практических рекомендациях.

Педагогический эксперимент осуществлялся с помощью инструментальных методик с применением электронно-оптической системы: четырех створов, электрического хронометра и электронно-акустического устройства к стартовому пистолету с точностью до 0,001с (рис. 5.1).

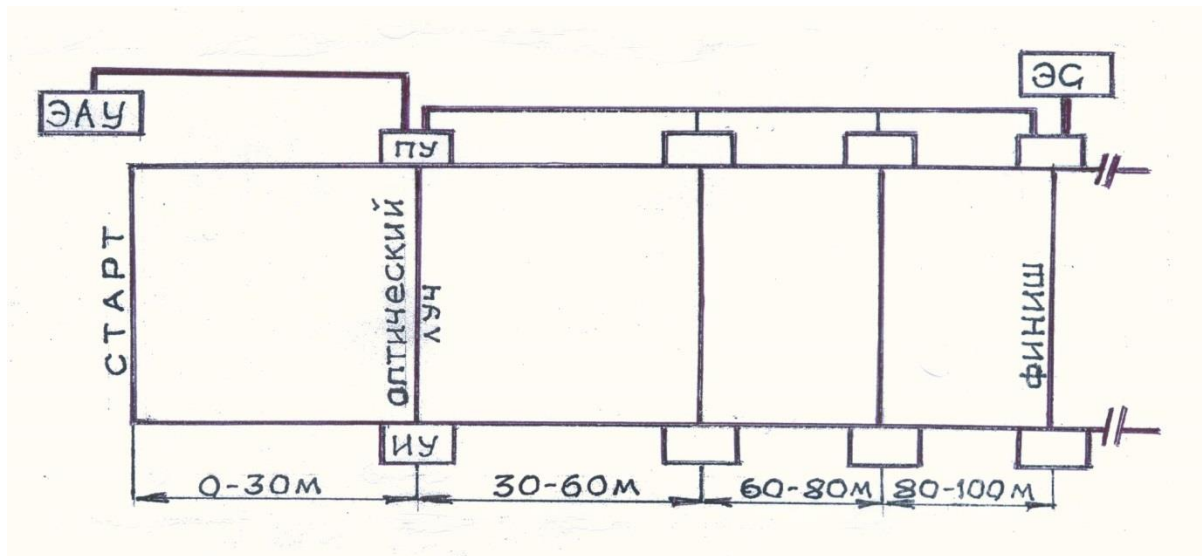


Рисунок 5.1 – Схема подключения приборов электронно-оптической системы двухлучевого створа к работе:

ЭАУ – электронно-акустическое устройство включения электро-хронометра; ЭС – электро-секундомер; ИУ – излучающее устройство света; ПУ – приемное устройство светового луча.

Анализ соревновательной деятельности у квалифицированных бегунов-спринтеров на 100 м предусматривал изучение важнейших кинематических параметров, которые лежат в основе организации движения на всей дистанции. Измерялись временные показатели участков соревновательной дистанции 0-30 м, 30-60 м, 60-80 м и 80-100 м у ведущих спринтеров нашей страны в условиях соревнований чемпионата Украины по легкой атлетике 2010 года. В работе были представлены временные и пространственно-временные биомеханические показатели. Качество соревновательной деятельности бегунов на короткие дистанции определялось не только эффективной механической организацией движения бегуна во время прохождения дистанции, но и наличием позитивного функционального

потенциала, который обеспечивает работу спортсмена. Изучая протоколы соревнований и научно-методические материалы соревновательной деятельности европейской спринтерской элиты (сайт www.shipovok.net) и ведущих бегунов на короткие дистанции Украины (сайт www.mktb.kiev.ua), для исследования были получены временные показатели бега спортсменов Европы на отрезках 30 м, 60 м, 80 м и 100 м.

В результате анализа средне-групповых показателей времени пробегания дистанции 100 м двух исследуемых групп, отмечено, что на отрезке 30 м результат элитной группы и ведущих спринтеров Украины практически одинаковый ($X_E=3,94\pm0,29$ с и $X_Y=3,98\pm0,3$ с). На отрезке дистанции 60 м, результат ведущих украинских спринтеров значительно отличается от спринтеров элитной группы ($X_E=6,66\pm0,41$ с и $X_Y=6,79\pm0,44$ с, табл. 5.1).

Сравнивая временные показатели на первых двух участках дистанции можно отметить, что, если на отрезке 30 м стартового ускорения, результат в обеих группах практически равный, то на дистанции 60 м разница уже проявляется существеннее ($\Delta x=0,13$ с). На дистанции 80 м элитная группа европейских спортсменов, как и раньше продолжает лидировать по сравнению с ведущими украинскими спортсменами ($X_E=8,46\pm0,47$ с и $X_Y=8,62\pm0,51$ с). На финишном отрезке 100 м сохраняется та же тенденция преимущества европейских спринтеров над отечественными ($X_E=10,30\pm0,55$ с и $X_Y=10,48\pm0,59$ с).

Таблица 5.1 – Временные показатели на отдельных участках дистанции 100 м у ведущих европейских спринтеров "элитная группа" (www.shipovok.net)

Фамилия, страна	Время на участках дистанции			
	30 м	60 м	80 м	100 м
Обиквелла Р. (Португалия)	3,90	6,58	8,30	10,18
Воронин П. (Польша)	3,98	6,75	8,57	10,44

Продолжение таблицы 5.1

Чемберс Д. (Норвегия)	3,94	6,69	8,51	10,39
Кристи Л. (Великобритания)	3,92	6,47	8,27	10,11
Сейди Н. (Испания)	3,96	6,69	8,55	10,37
Люис Ф. (Австрия)	3,91	6,72	8,49	10,35
Борзов В. (Украина)	3,93	6,59	8,32	10,14
Ди Григорио (Италия)	3,99	6,81	8,64	10,47
$X_{ср.} \pm \delta$	$3,94 \pm 0,29$	$6,66 \pm 0,40$	$8,46 \pm 0,47$	$10,31 \pm 0,55$
Украинские спринтеры				
$X_{ср.} \pm \delta$	$3,98 \pm 0,31$	$6,79 \pm 0,44$	$8,62 \pm 0,51$	$10,48 \pm 0,59$

На основании временных показателей вычислялись показатели скорости, % максимального достижения и реализация максимальной скорости на разных участках дистанции элитных (европейских) и отечественных спортсменов (табл. 5.2). Анализируя скорость бега европейских и отечественных спринтеров на установленных отрезках, было отмечено, что максимальной 100% скорости спортсмены обеих групп достигают на отрезке дистанции 60-80 м. Однако абсолютное значение скорости у элитных спринтеров достигает 11,15 м/с, в то время как у отечественных – 11,01 м/с.

Анализируя другие участки дистанции установлено, что на отрезке 0-30 м, который характеризует технику старта и стартового ускорения спринтера, отечественные бегуны не значительно уступают бегунам элитной группы (реализация скорости 68,22 % – европейские и 68,36 % – украинские); однако скорость элиты достигает $X_E = 7,61 \pm 0,42$ м/с, а скорость отечественных $X_Y = 7,53 \pm 0,39$ м/с. На отрезке 30-60 м, которая характеризует переход бегунов от стартового ускорения к бегу по дистанции, европейские спринтеры превосходят отечественных спортсменов и подтверждают

следующую процентную реализацию скорости от максимальной: 98,93 % и 96,94 % соответственно, при скоростях элиты 11,03 м/с, а отечественных спринтеров - 10,68 м/с (см. табл. 5.2).

Таблица 5.2 – Средняя скорость (м/с) бега отдельных отрезков дистанции у отечественных и элитных европейских спринтеров на дистанции 100 м (n = 8)

Скорость бега спортсменов	Отрезок дистанции (м)				
	0-30	30-60	60-80	80-100	0-100
Элитные спринтеры, % от макс.	7,61м/с 68,25%	11,03м/с 98,93%	11,15м/с 100%	10,77м/с 96,61%	9,68м/с 86,84%
Украинские спринтеры, % от макс.	7,53м/с 68,39%	10,68м/с 96,94%	11,01м/с 100%	10,17м/с 92,37%	9,45м/с 85,82%

На финишном отрезке 80-100 м дистанции эта тенденция остается такой же, где очень важным фактором является удержание максимально достигнутой скорости. Преимущество элитной группы над группой украинских спринтеров по реализации скорости составляет 96,61 % и 92,37%. Абсолютная скорость на этом отрезке тоже у них выше, чем у отечественных ($X_E=10,77\pm0,61$ м/с и $X_Y=10,17\pm0,57$ м/с). В целом средняя скорость на дистанции 100 м (0-100 м) европейской элиты составляет 9,68 м/с, а украинских бегунов 9,45 м/с. Процент реализации скорости на последних 20 м дистанции соответственно составляет 86,84 % и 85,82 % (см. табл. 5.2).

Исходя из результатов констатирующих экспериментальных исследований скорости и процента ее использования на разных участках 100-метровой дистанции, были определены слабые места технической и физической подготовленности отечественных спортсменов. Недостатком технической подготовки украинских спортсменов являются нерациональные движения при перехода спринтера от стартового ускорения к бегу по дистанции. Это не позволяет им достичь скорости европейских бегунов на

отрезке 30-60 м. А подавляющая разница скорости ($\Delta x=0,6$ м/с) и реализация ее ($\Delta x=4,24$ %) у европейских спринтеров над украинскими на участке 80-100 м указывает на недостаточный уровень развития специальной физической подготовленности отечественных спринтеров. Они не могут эффективно хранить достигнутую максимальную скорость на последних метрах 100 метровой дистанции.

С целью совершенствования соревновательной деятельности отечественных бегунов на 100 м в работе была создана цифровая модель бега спортсменов, совмещенная с данными европейских спринтеров (табл. 5.3). Для этого, относительно процентной реализации максимальной скорости европейских спринтеров, были на участках дистанции внесены в модельную таблицу перерасчеты реализации бега относительно максимальных скоростей для отечественных бегунов от 11,00 м/с до 11,40 м/с, а также расчеты времени пробегания на участках 0-30 м, 30-60 м, 60-80 м и 80-100 м.

Совершенствование соревновательной деятельности ведущих отечественных спринтеров можно изучать с помощью предложенной таблицы корригирующего моделирования. Сравнивая реальные результаты соревновательной деятельности бегуна на короткие дистанции с данными таблицы 5.3, можно определять слабые места в подготовке отечественных спринтеров. Для примера, был проведенный анализ соревновательной деятельности на чемпионате Украины 2010 года студента НТУ "ХПИ" (г. Харьков) Игоря Бодрова в финальном забеге на 100 м (табл. 5.4).

Таблица 5.3 – Модель коррекции соревновательной деятельности бегунов-спринтеров Украины на дистанции 100 м

0-30 м	30-60 м	60-80 м	80-100 м	0-100 м	Время дистанции 100м, с
% от максимума					
68,25	98,93	100	96,61	86,84	
7,51м/с 3,99с	10,88м/с 2,75с	11,00м/с 1,82с	10,63м/с 1,88с	9,56м/с 10,46 с	10,46
7,54м/с 3,97с	10,93м/с 2,74с	11,05м/с 1,81с	10,68м/с 1,87с	9,60м/с 10,41с	10,41

Продолжение таблицы 5.3

7,58м/с 3,96с	10,98м/с 2,73с	11,10м/с 1,80с	10,72м/с 1,86с	9,63м/с 10,38с	10,38
7,61м/с 3,94с	11,03м/с 2,72с	11,15м/с 1,79с	10,77м/с 1,85с	9,68м/с 10,33с	10,33
7,64м/с 3,93с	11,08м/с 2,71с	11,20м/с 1,78с	10,82м/с 1,84с	9,72м/с 10,28с	10,28
7,68м/с 3,91с	11,13м/с 2,69с	11,25м/с 1,77с	10,87м/с 1,84с	9,77м/с 10,23с	10,23
7,71м/с 3,89с	11,18м/с 2,68с	11,30м/с 1,77с	10,92м/с 1,83с	9,81м/с 10,19с	10,19
7,75м/с 3,87с	11,23м/с 2,67с	11,35м/с 1,76с	10,97м/с 1,82с	9,86м/с 10,14с	10,14
7,78м/с 3,85с	11,28м/с 2,66с	11,40м/с 1,75с	11,01м/с 1,81с	9,90м/с 10,10с	10,10

Показатели соревновательной деятельности этого спортсмена регистрировались с помощью разработанной электронно-оптической системы (см. рис. 2.1-2.3) группой научно-методических работников легкоатлетической федерации Украины (ФЛАУ), в которую входили два сотрудника бюджетной темы М0501. Спортсмен показал результат бега на этой дистанции 10,42с.

Таблица 5.4 – Показатели соревновательной деятельности И. Бодрова в финальном забеге на дистанции 100 м чемпионата Украины 2010 года

Участки дистанции	30 м	60 м	80 м	100 м
Время на участках дистанции, с	3,95	6,59	8,36	10,42
Отрезки участков дистанции, м	0 – 30	30 – 60	60 – 80	80 – 100
Время бега на отрезках, с	3,95	2,65	1,77	2,06
Скорость на отрезках, м/с	7,59	11,32	11,30	9,70

Исходным показателем для мастера спорта Украины и международного класса И. Бодрова является показатель времени пробегания участка 60-80м, где достигается максимальная скорость. Время «прохождения» этого 20-метрового участка составляет 1,77 с (см. табл. 5.4). Далее, по таблице

моделирования (см. табл. 5.3), относительно результата 1,77 с, в колонке отрезка 60-80 м определяем модельный результат этого спортсмена - 10,23 с. Анализ эффективности соревновательной деятельности у данного спортсмена показал, что для достижения модельного результата И. Бодрову нужно в стартовом ускорении (0-30 м) улучшить показатель времени 3,95 с на 3,91 с. Разумеется для этого ему необходимо в дальнейшем усовершенствовать технику старта и стартового ускорения. Вторым недостатком соревновательной деятельности Игоря Бодрова является участок дистанции 80-100 м. Чтобы достигать спортивного результата 10,23 с спортсмену необходимо улучшить свой показатель с 2,06 с до 1,84 с. Несоответствие результата соревновательной деятельности данного спортсмена на участке 80-100 м по сравнению с моделью на 0,22 с указывает о недостаточном уровне развития специальной выносливости у спринтера (см. табл. 5.3–5.4). Спортсмену нужно совершенствовать анаэробную, алактатную, алактатно-лактатную и лактатную мощность энергоснабжения. Подобным образом можно проанализировать и определить пути совершенствования подготовленности любого квалифицированного спринтера в Украине.

5.2 Электронно-оптическая система «оптическая дорожка» в диагностике технической эффективности старта и стартового ускорения юношей-спринтеров старшей возрастной группы

Старт и стартовое ускорение в беге на дистанции 100 м является первоосновой фазовой структуры техники спринтерского бега - чем «круче» прирост скорости в стартовом ускорении, тем лучший результат может показать спортсмен. В ранних исследованиях было установлено, что при рациональной технике движений спринтера любой квалификации и возраста они на 1-й секунде бега достигают 55% от максимальной скорости, на 2-й— 76%, на 3-й —91%, на 4-й — 95%, на 5-й—99% [49]. Но, как известно, при

беге с низкого старта эффективность стартового ускорения определяется не только скоростью, но и ритмичностью движений спортсменов.

С целью диагностики эффективности старта и стартового ускорения с помощью инновационных технологий у ведущих бегунов на короткие дистанции старшего юношеского и юниорского возраста г. Харькова изучались параметры положений ног на старте, фиксировалось время стартовой реакции, включая и ее латентный период. При выполнении упражнений в беге на 30 метров с низкого старта у спортсменов фиксировалась длина каждого из трех первых шагов после «покидания» стартовых станков. На основе изученных биомеханических критериев идеальной ритмики (1-й шаг – 5 стоп, 2-й – 3,5 стоп, 3-й – 4 стопы, далее увеличение на 0,5 стопы до полной длины бегового шага 8-8,5 стоп) выполнялись расчеты дефекта стартовой аритмии у каждого спринтера [57].

Дефект стартовой аритмии относительно пространственных кинематических показателей определялся с помощью различий между реальной длиной активной части стартового ускорения при выходе спортсмена на полную длину бегового шага и расчетным расстоянием суммарных беговых шагов «идеальной» ритмики (табл. 5.5).

С целью конкретизации эффективности выполнения старта и стартового ускорения выполнялись дополнительные исследования с применением электронно-оптической системы «оптическая дорожка» (см. рис. 2.6, 2.7). В результате компьютерной обработки измерения опорных и полетных периодов каждого бегового шага в стартовом ускорении спринтеров с помощью программы «Microsoft-Excel» были получены графические изображения ритмичности бега для каждого спортсмена. При расшифровке и систематизации цифрового материала учитывались временные показатели периодов опоры правой и левой ногой для каждого спортсмена.

Таблица 5.5 – Результаты дефекта стартовой аритмии в беге на 30 м с низкого старта у квалифицированных юношей-спринтеров старшего возраста и юниоров г. Харькова.

№ п/п	Испытуемые	Окончание активной части стартового ускорения, м		Дефект стартовой аритмии, м
		Реальная (L_p)	Идеальная (L_i)	$L_i - L_p$
1	Спортсмен - А	$L_{12}=19,04$	$L_{13}=20,46$	1,42
2	Спортсмен - Б	$L_{10}=15,24$	$L_{12}=17,00$	1,76
3	Спортсмен - В	$L_{10}=16,11$	$L_{11}=16,74$	0,63
4	Спортсмен - Г	$L_9=14,49$	$L_{11}=17,22$	2,72
5	Спортсмен - Д	$L_8=13,43$	$L_{10}=15,23$	1,80
6	Спортсмен - Ж	$L_9=14,75$	$L_{11}=17,55$	2,80
7	Спортсмен - З	$L_{10}=17,71$	$L_{11}=18,47$	0,76
8	Спортсмен - Е	$L_8=13,34$	$L_{11}=16,06$	2,72
$\bar{X} \pm \delta$		$15,51 \pm 0,65$	$17,34 \pm 0,68$	$1,48 \pm 0,13$

Условные обозначения: L_{12} – суммарная длина первых 12 беговых шагов дистанции 30 м с н/ст-та.

Суммарные средне-групповые различия опорных показателей между правой и левой ногой в активной части стартового ускорения определяют второй показатель стартовой аритмии ($x = 0,178 \pm 0,16$), который может служить дополнительным координационным критерием временных характеристик стартового ускорения (рис. 5.2, табл. 5.6).

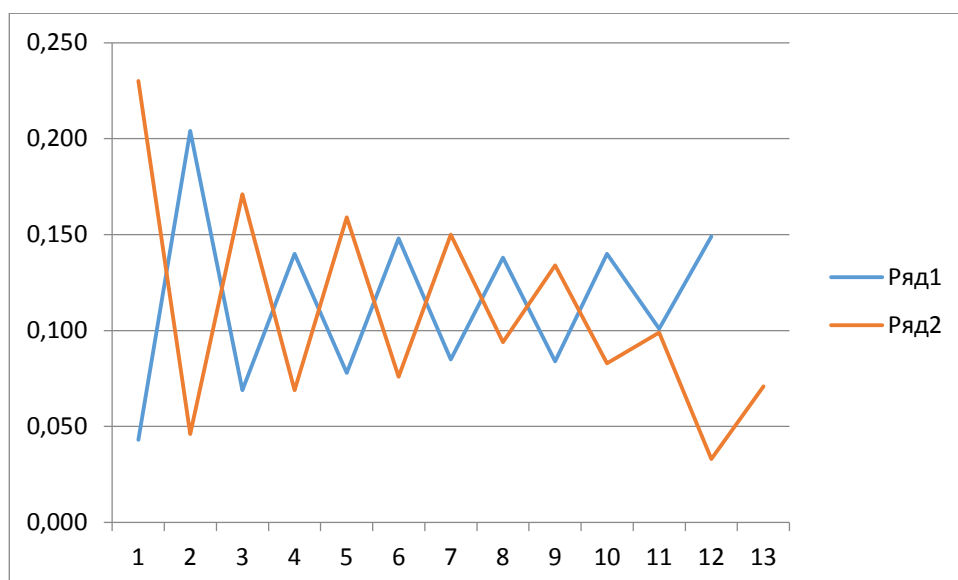


Рисунок 5.2 – Время опоры левой и правой ногой спринтера «А» в активной части стартового ускорения (ряд 1 – опорные периоды правой ногой, ряд 2 – опорные периоды левой ногой)

Сравнивая показатели стартовой аритмии спортсменов-спринтеров относительно пространственных и временных характеристик, установлены соотношения – чем ниже показатель «пространственной» стартовой аритмии, тем меньше «временной» и наоборот (см. табл. 5.5 и 5.6). В идеале эти показатели приближаются к нулевым значениям [26].

Таблица 5.6 – Суммарные временные показатели опорных периодов правой и левой ногой в стартовом ускорении при беге на 30 м с низкого старта у квалифицированных юношей-спринтеров старшего возраста и юниоров г. Харькова

№ п/п	Испытуемые	Σt опорных периодов, с		Δt, с
		Правой	Левой	
1	Спортсмен - А	1,209	1,345	0,136
2	Спортсмен - Б	1,031	1,185	0,154
3	Спортсмен - В	1,129	1,312	0,183
4	Спортсмен - Г	1,124	1,323	0,199
5	Спортсмен - Д	1,144	1,309	0,165

Продолжение таблицы 5.6

6	Спортсмен - Е	1,124	1,338	0,214
7	Спортсмен - Ж	1,125	1,305	0,180
8	Спортсмен - З	1,137	1,330	0,193
$X \pm \delta$		$1,128 \pm 0,09$	$1,306 \pm 0,11$	$0,178 \pm 0,16$

Для более глубокого анализа эффективности старта та стартового ускорения квалифицированных юных спринтеров с помощью использования системы электронно-оптических створов объективно выполнимы расчеты следующих пространственно-временных показателей техники спортсменов:

- средней скорости бега на дистанции 30 метров с низкого старта ($V_{30\text{м н/ст}}$);
- максимальной скорости бега на дистанции 30 метров с хода ($V_{\text{м с/х}}$);
- средне-групповой скорости бега между 20 и 30 метрами дистанции ($V_{10\text{м}}$);
- процент реализации градиента скорости бега ($\%_{\text{реал.}} V_{30-20\text{м}}$);
- коэффициента технической эффективности старта и стартового ускорения (КТЭ);
- коэффициента средней длины бегового шага при стартовом ускорении ($K_{\text{L ср.}}$)

Следует отметить, что процент реализации градиента скорости стартового ускорения на последних 10 м дистанции вычислялся отношением средней скорости последних 10 м к максимальной скорости при беге 30 м с хода. Коэффициент технической эффективности старта и стартового ускорения определялся разницей во времени между дистанциями 30 метров с низкого старта и 30 метров с хода. А коэффициент средней длины бегового шага при стартовом ускорении вычислялся делением средней длины шагов спортсмена на его рост (табл. 5.7).

Таблица 5.7 – Средне-групповые пространственно-временные показатели старта и стартового ускорения у квалифицированных юных спринтеров г. Харькова

№ п/п	Показатели	$X \pm \delta$
1	Средняя скорость бега на дистанции 30 метров с низкого старта, м/с	7,124±0,42
2	Максимальная скорость бега на дистанции 30 метров с хода, м/с	9,749±0,51
3	Средне-групповая скорость бега между 20 и 30 метрами дистанции, м/с	9,208±0,48
4	Процент реализации градиента скорости бега, %	94.5±3.53
5	Коэффициент технической эффективности старта и стартового ускорения, у.е.	1.134±0.12
6	Коэффициент средней длины бегового шага в стартовом ускорении, у.е.	0.96±0.03

Следует отметить, что в момент проведения биомеханических измерений при помощи карт программированного обучения следует проводить регистрацию ошибок, допускаемых спортсменом по командам «Внимание!» и «Марш!». Подобная субъективная информация позволяет сравнивать и убеждаться в объективности расчетных единиц, которые будут получены после измерений временных параметров техники старта и стартового ускорения.

Как известно, универсальным критерием эффективности старта и стартового ускорения у спринтеров является разница во времени преодоления дистанции 30 метров с низкого старта и 30 метров с хода. Среднестатистические показатели коэффициентов технической эффективности в проведенном эксперименте составляют величину равную 1.134 ± 0.12 с (см. табл. 5.7). Сравнивая эти данные с идеальными показателями высококвалифицированных спринтеров (0,8 с – 1,0 с), следует

сделать вывод о том, что техника старта и стартового ускорения у испытуемых требует некоторой доработки.

Экспериментальные исследования, которые были проведены с помощью инновационных технологий, разработанных в научной лаборатории кафедры физического воспитания НТУ «ХПИ» по изучению пространственных, временных и пространственно-временных кинематических параметров техники старта и стартового ускорения у юных квалифицированных спринтеров г. Харькова, могут представить для практических целей некоторые известные и недостаточно изученные биомеханические критерии:

- дефект аритмии стартового ускорения при изучении пространственных и временных кинематических показателей (суммарная длина беговых шагов и времени опорных периодов правой и левой ногами в активной части разбега);
- процентная реализация средней скорости стартового разгона на четвертой секунде дистанции 30 м с низкого старта;
- коэффициент технической эффективности стартового ускорения;
- коэффициент средней длины бегового шага.

На основе изученных биомеханических критериев был выполнен примерный анализ эффективности старта и стартового ускорения у спортсмена «Ж», а также отмечены недостатки и перспективы совершенствования технического мастерства у бегунов-спринтеров г. Харькова. Установлено, что техника активной части стартового разбега у спортсмена «Ж» близко совпадает с расчетной. Однако спринтеру необходимо совершенствовать вариант низкого старта с узкой расстановкой стартовых колодок (расположение толчковой ноги 2 стопы от линии старта, а расположение маховой – 3 стопы), так как вариант с очень узкой расстановкой ног (2 и 2,5 стопы соответственно) требует дополнительного увеличения силовой мощности ног.

Использование спортсменом варианта низкого старта с очень узкой расстановкой ног не позволяет ему прогрессировать и совершенствоваться в ритмичности на первых шагах стартового ускорения. Такая рекомендация помогает спортсмену увеличить длину первого шага с 4,5 стопы до 5,0 стоп, а, следовательно, овладеть и более совершенной ритмикой первых трех шагов, которая, в свою очередь, создаст ему условия увеличения градиента скорости на первых секундах. Не достаточно высокий градиент скорости стартового разбега у спортсмена «Ж» объясняется не только недостатками ритмики первых 3-х беговых шагов со старта (4,5 – 4,0 – 5,5 стоп), но и наличием у спортсмена некоторых ошибок в движениях при исполнении команды «Внимание!» и «Марш!». В целом коэффициент технической эффективности, который составляет 1,23 с (идеал: 0,8-1,0 с) указывает на некоторую доработку техники движений в фазе старта и стартового разбега у спортсмена «Ж». Среднее же время стартовой реакции из трех попыток (188/472 мс) требует также некоторого улучшения. Этому спортсмену необходимо поддерживать на должном уровне состояние ЦНС и специальными средствами развивать двигательную реакцию на слуховой анализатор (МС, МСМК – $130 \pm 7,95$ мс); спортсмену также требуется увеличение и профилактика скоростно-силовой подготовленности до уровня требуемой квалификации (МС, МСМК – $430 \pm 11,08$ с). С целью наиболее эффективного совершенствования ритмики старта и стартового ускорения ему необходимо выполнять низкий старт с помощью методического приема с использованием разноцветной ленточки на дорожке, которая рассчитана согласно принципу закономерностей ряда чисел Фибоначчи (принципу «золотого сечения») [49].

В целом, анализируя среднестатистические показатели критериев эффективности старта и стартового ускорения у квалифицированных юных спринтеров г. Харькова (см. табл. 5.7 и 5.8) можно обозначить некоторые недостатки техники для дальнейшего совершенствования харьковских спортсменов в этой фазе бега:

- время латентной и общей стартовой реакции составляет 177.5 ± 8.51 мс / 443.37 ± 11.92 мс (МС, МСМК – 130 ± 7.95 мс / 430 ± 11.08 мс.);
- время бега на 30 м с низкого старта составляет 4.211 ± 0.26 с (МС, МСМК – 3.95-4.00 с.);
- $L_{сх}$ – расстояние от линии старта до точки начала схождения стоп в одну линию 19.3 ± 0.78 м (оптимальные показатели – 12-15 м);
- средние показатели первого, второго и третьего шагов харьковских спринтеров составляют соотношения 5.0 – 4.45 – 4.98 стоп (идеальное ритмичное соотношение – 5.0 – 3.5 – 4.0 стоп);
- дефект стартовой аритмии по пространственным и временным показателям составляет соответственно 1.48 ± 0.13 м и 0.178 ± 0.16 с (идеальные показатели стремятся к нулю);
- средний показатель максимальной скорости 30 метров с хода составляет 9.75 ± 0.51 м/с (идеальные показатели ведущих спринтеров мира составляют более 11.00 м/с);
- средний показатель коэффициента средней длины шага стартового ускорения составляет 0.96 ± 0.03 у.е. (идеальные показатели 1.0 у.е.).

Таблица 5.8 – Кинематические характеристики техники старта и активной части стартового ускорения у квалифицированных юных бегунов г. Харькова

№ п/ п	Испытуемые	Временные параметры						Пространственные				
		Стартовая реакция, мс			30 м с н/ст, с	20 м с н/ст, с	30 м с хода, с	L ₁ , см/ стопы	L ₂ , см/ стопы	L ₃ , см/ стопы	L _{сх} , м	L бегового шага, см
		Латентно е время	Моторно е время	Общее время								
1	Спортсмен-А	170	266	436	4.148	3.112	2.939	149.3/5.3	133/4.8	98/3.5	21.7	235
2	Спортсмен-Б	168	297	465	4.137	3.088	3.100	143.8/5.8	105/4.2	125/5	15.06	215
3	Спортсмен-В	183	233	416	4.33	3.240	3.100	126/4.5	105/3.8	133/4.8	18.56	228
4	Спортсмен-Г	175	266	441	4.32	3.239	3.068	127.6/4.4	113.1/3.9	142.1/4.9	31.0	227.5
5	Спортсмен-Д	164	236	400	4.096	2.88	2.903	137.5/5.5	107.5/4.3	125/5	15.5	212.5
6	Спортсмен-Е	190	267	457	4.155	3.15	3.122	145.8/5.4	124.2/4.6	148.5/5.5	16.9	230
7	Спортсмен-Ж	188	284	472	4.174	3.04	3.230	132.6/4.5	118/4	162.3/5.5	17.2	240
8	Спортсмен-З	182	278	460	4.329	3.252	3.157	128/4.7	163/6	154/5.7	18.54	213
$\bar{X} \pm \delta$		177.5±8.5	265.8±9.1	443.4±11.9	4.21±0.6	3.1±0.2	3.06±0.2	136±8.9 5.0±0.29	121±8.1 4.45±0.2	136±8.9 4.98±0.3	19.3±0.8	225.1±10.9

Условные обозначения: $L_{сх}$ – расстояние от линии старта до схождения стоп в одну линию; L_1 – длина первого шага при выходе со старта; L_2 – длина второго шага; L_3 – длина третьего шага.

5.3 Управление и биомеханический контроль с помощью интерактивной системы экспресс диагностики кинематики движений спортсменов в прыжках в длину с разбега

В настоящее время некоторые традиционные принципы и формы построения тренировки прыгунов в длину в отечественной легкой атлетике теряют свое прогрессивное значение и не всегда удовлетворяют требованиям и задачам современной подготовки. Стало очевидным, что рост спортивных результатов легкоатлетов, которые специализируются в горизонтальных прыжках, может прогрессировать при использовании тренировочных средств со строго определенной интенсивностью адекватной задачам и заданиям, которые решаются на пути достижения запланированного результата [45].

В практике спортивной подготовки формирование технического мастерства прыгунов нередко осуществляется без учета индивидуальных особенностей биомеханической структуры двигательных действий, на основе усредненных данных соревновательной деятельности [48]. Поэтому поиск и отбор наиболее целесообразных движений является, с точки зрения биомеханики, очень актуальным для формирования общей двигательной системы юных прыгунов в длину.

Дальнейшее повышение спортивных результатов связано с решением проблемы формирования эффективной и рациональной структуры технической подготовленности легкоатлетов-прыгунов. Это может быть успешно осуществлено путем широкого использования теоретических основ физики, механики, а также разработанных инновационных средств и методов диагностики и педагогического контроля в технической подготовленности юных спортсменов на различных этапах многолетнего совершенствования [25, 48].

Работа выполнялась в рамках Государственной бюджетной темы: «Разработка инновационных средств и методов диагностики основных видов подготовленности спортсменов различной квалификации и специализации» (№ Гос. регистрации 0112U000398).

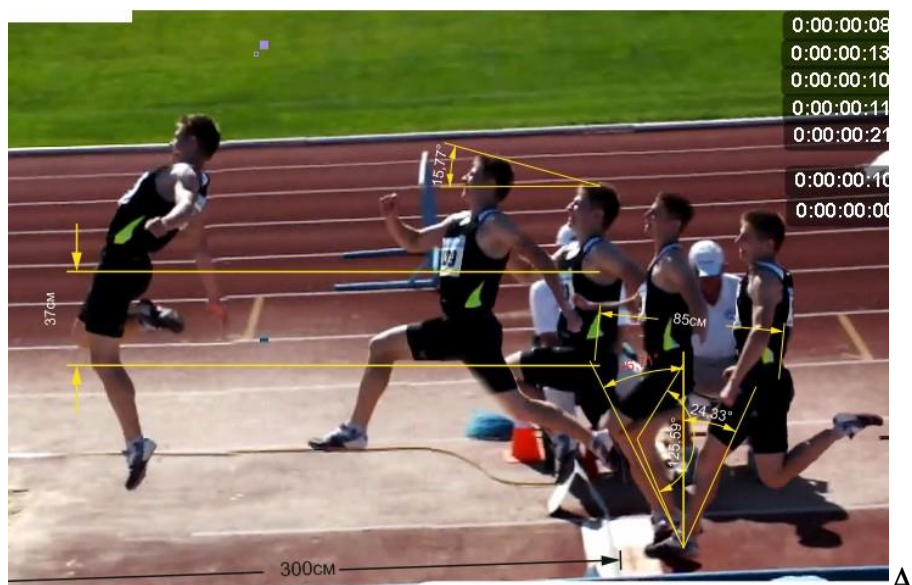
Цель работы. На основе видеоанализа основных биомеханических показателей техники прыжков в длину с разбега изучить возможности применения инновационной технологии педагогического контроля с помощью специального программного комплекса «КИДИМ» для управления технической подготовкой юных спортсменов.

Задача исследований. Изучить возможности применения программного комплекса «КИДИМ» с целью определения эффективных направлений совершенствования технической подготовкой юношей-прыгунов в длину с разбега 16-17 летнего возраста.

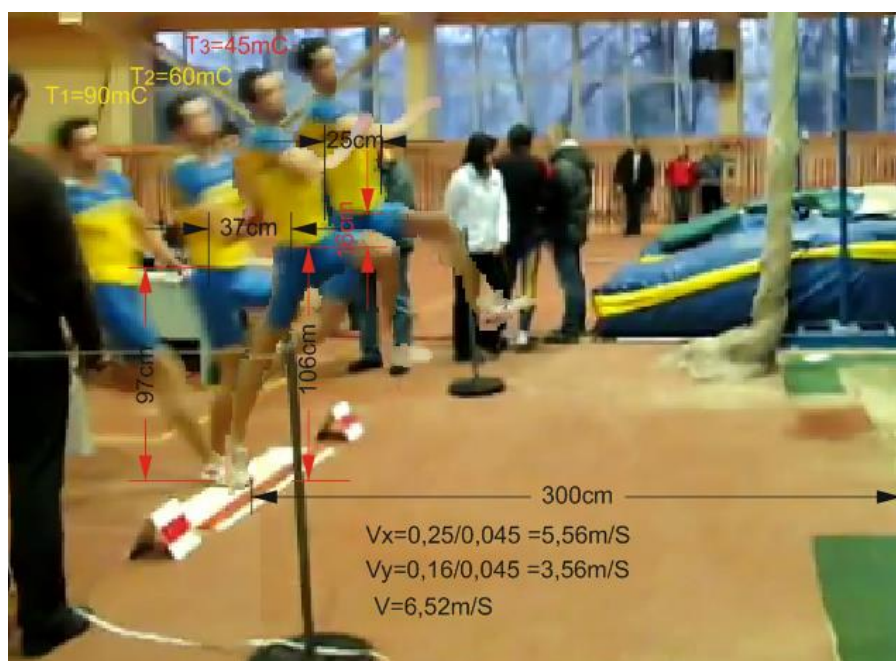
В исследованиях принимали участие 10 прыгунов в длину с разбега старшего юношеского возраста Харьковского государственного высшего училища физической культуры №1 и Харьковского республиканского лицея-интерната спортивного профиля. Видеосъемка при помощи цифровой скоростной фотокамеры Fine-Pix HS20EXR (см. рис. 1.5) проводилась в условиях соревновательной деятельности юных спортсменов 2012-2013 учебно-тренировочного года. Результаты видеосъемки обрабатывались с помощью компьютерной программы «Kinovea» (рис. 5.3). Полученные основные биомеханические показатели движений каждого спортсмена в отдельности относительно результатов дальности прыжка по протоколу соревнований, закладывались в программу «КИДИМ». К числу таких показателей индивидуальной техники юных прыгунов в длину были отнесены: высота подъема ОЦМТ и проекция его смещения относительно опоры у спортсмена в завершающий момент отталкивания (m), длина пути прохождения ОЦМТ при отталкивании (m), начальная скорость вылета (m/c) и угол вылета ОЦМТ ($град.$), высота взлета ОЦТ в полетной фазе (m), масса прыгуна ($кг$), длительность полета (c), коэффициент технико-физической эффективности ($y.e$) и результат дальности прыжка (m) (табл. 5,9).

В результате запуска программы «КИДИМ» воспроизводится биомеханическая модель индивидуальной техники каждого прыгуна в длину в виде графической записи и паспортизации его оптимальных параметров

движений с учетом коррекции дальности прыжка (рис. 5.4). Возможности теоретического моделирования индивидуальной техники движений прыгунов в длину с разбега создают перспективу проведения математико-статистического анализа цифрового материала [89] с целью поиска основных направлений совершенствования технической и физической подготовленности спортсменов любого возраста и квалификации.



А



Б

Рисунок 5.3 (А.Б) – Кинематические параметры техники отталкивания прыгуна в длину с разбега, полученные с помощью компьютерной программы «Kinovea»

Зависимость $y_5(x_5)$

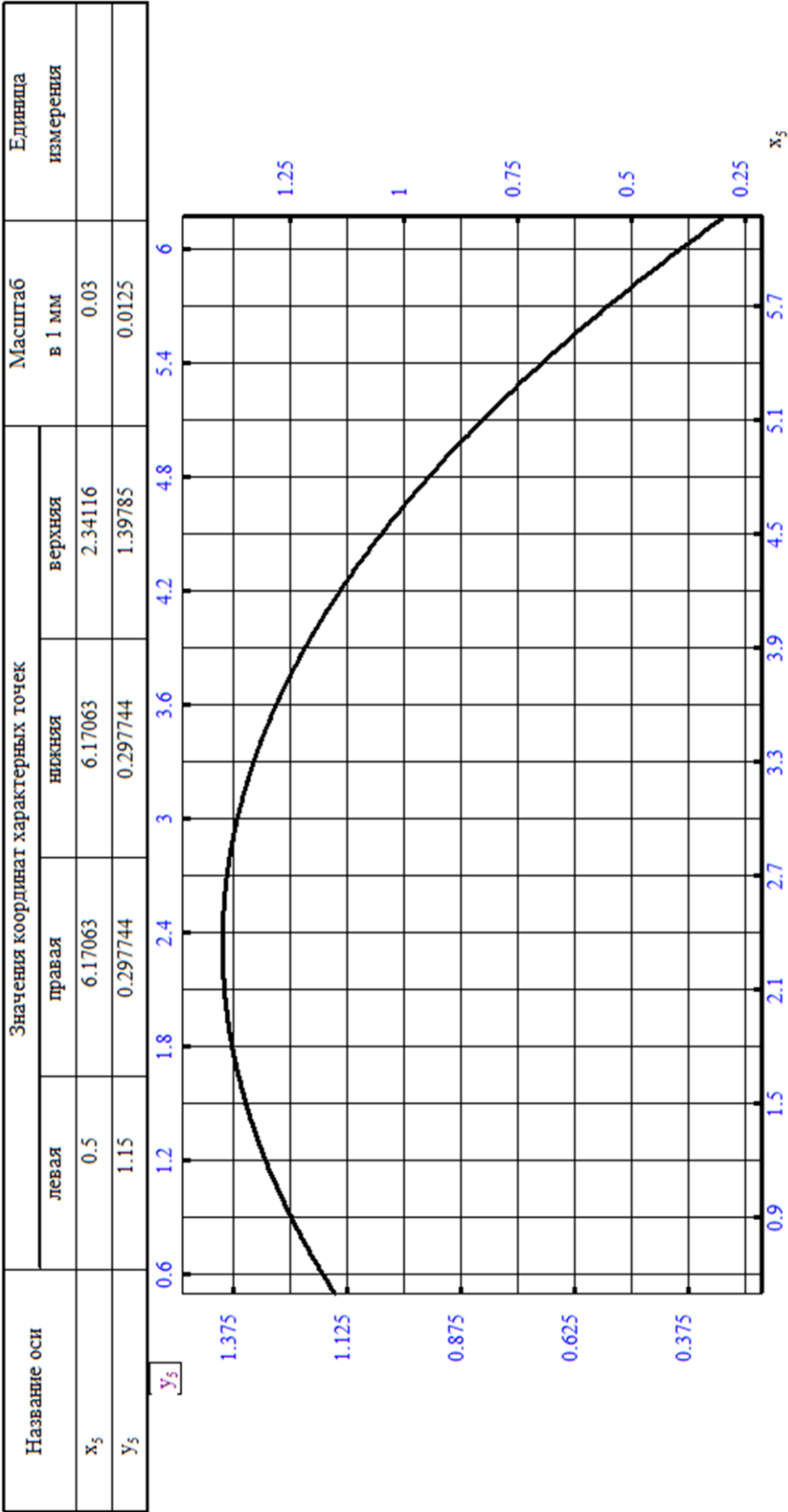


Рисунок 5.4 – Примерная модель индивидуальной техники спортсмена N₁₀ из числа исследуемых юных прыгунов в длину 16-17 лет.

Таблица 5.9 – Основные биомеханические показатели техники движений юношей-прыгунов в длину с разбега 16-17 лет (n=10)

Зависим-ть $Y(X)$ – результат по протоколу	Масса прыгуна (m), кг	Высота проекции $V_{ог.} (h_0)$, м	Угол вылета (α), град.	Время полета (t), с	Проекция смещения ОЦТ при отталкив-и (d), м	Началь-ая скорость вылета (v_0), м/с	Высота взлета ОЦТ, м	Длина пути ОЦМТ при отталкива- нии, см	КТМ, у.е	Расчетная длина прыжка (R), м
$Y_1(X_1)$ - 6,97 м	66,5	1,15	21,0	0,83	0,40	8,65	0,48	93,0	0,783	6,95
$Y_2(X_2)$ - 7,28 м	71,0	1,10	20,0	0,81	0,60	8,60	0,44	108,0	0,793	7,00
$Y_3(X_3)$ - 5,78 м	68,0	0,95	14,0	0,63	0,60	8,05	0,192	95,0	0,707	5,44
$Y_4(X_4)$ - 7,19 м	66,0	1,15	21,0	0,84	0,55	8,50	0,47	100,0	0,779	7,06
$Y_5(X_5)$ - 7,06 м	70,0	1,10	19,0	0,76	0,60	8,75	0,41	105,0	0,792	6,76
$Y_6(X_6)$ - 6,44 м	70,0	1,25	16,0	0,73	0,60	8,20	0,26	88,1	0,759	6,24
$Y_7(X_7)$ - 6,75 м	72,0	1,28	18,0	0,72	0,50	8,50	0,35	91,0	0,753	6,68
$Y_8(X_8)$ - 6,36 м	69,0	1,20	16,0	0,71	0,55	8,35	0,27	93,0	0,742	6,14
$Y_9(X_9)$ - 6,09 м	73,0	1,25	15,0	0,71	0,45	8,10	0,22	96,1	0,704	5,90
$Y_{10}(X_{10})$ - 6,26 м	71,0	1,15	15,0	0,70	0,50	8,55	0,25	85,5	0,696	6,17
$M \pm \sigma$	69,6±3,08	1,16±0,07	17,5±0,79	0,74±0,006	0,54±0,003	8,42±0,45	0,33±0,001	95,48±5,09	0,750±0,004	6,51±0,37

Например, такой анализ по методу шаговой множественной регрессии позволил определить у юношей-прыгунов 16-17 лет ($n = 10$) оптимальную формулу прогнозирования спортивного результата (5.1):

$$Col_{14} = -4,649 + 0,0556999*Col_1 + 0,193457*Col_6 + 1,78332*Col_8 + 0,435293*Col_9 - 0,00665186*Col_{11}, \quad (5.1)$$

где Col_{14} – результат прыжка по протоколу; Col_1 – масса прыгуна; Col_6 – угол вылета ОЦТ; Col_8 – проекция смещения ОЦМТ в конце отталкивания; Col_9 – начальная скорость вылета; Col_{11} – длина пути ОЦМТ при отталкивании. Точность прогноза составляет 99,9% при ошибке 0,148.

Было также установлено, что при увеличении количества испытуемых до 20 человек формула прогнозирования сокращается до трех базовых показателей (5.2):

$$Col_{14} = -4,55417 + 2,29155*Col_7 + 0,614308*Col_9 + 5,65463*Col_{12}, \quad (5.2)$$

где Col_{14} – результат прыжка по протоколу; Col_7 – продолжительность полетной фазы; Col_9 – начальная скорость вылета; Col_{12} – коэффициент технико-физической эффективности прыгуна.

При анализе коэффициентов ранговой корреляции между спортивными результатами и 16-ю основными показателями подготовленности юных прыгунов в длину 16-17 летнего возраста, сгруппированных по биомеханическим параметрам техники, тестовым параметрам специально-физической подготовленности и параметрам тренировочной нагрузки, определились критерии оптимально-максимальной скорости (КОМС) и критерий рациональной организации движений (КРОД) прыгуна при отталкивании (табл. 5.10) [25]. Результат корреляционного анализа указывает на достаточно высокую связь между спортивным результатом и величиной перемещения ОЦМТ прыгуна в фазе отталкивания. Факт подтверждает предположение, что КРОД прыгуна в цифровом выражении может прямо пропорционально зависеть от величины такого перемещения.

Таблица 5.10 – Модельные характеристики основных показателей комплексной годичной подготовленности юношей-прыгунов в длину с разбега 16-17 лет (n = 12).

Направления подготовки	Основные параметры подготовки юных прыгунов в длину с разбега	Средне-групповой результат прыжка 6,62 м		
		$\bar{x} \pm \sigma$	r	p
Параметры техники	1.Максимальная скорость 10 м перед отталкиванием, м/с	8,912±0,54	0,962	<0,05 ©
	2.Темп беговых шагов в разбеге, ш/с	4,32±0,23	0,611	<0,05 ©
	3.Угол отталкивания, град.	69,5±3,06	0,143	<0,05 ☼
	4.Угол разведения бедер при постановке ноги на отталкивание, град.	39,7±2,01	0,292	<0,05 ☼
	5.Угол разведения бедер при отталкивании, град.	106,7±4,85	0,379	<0,05 ☼
	6. Угол вылета, град.	22,8±0,86	0,497	<0,05 ☼
	7.Угол постановки ноги на отталкивание, град.	64,3±3,02	0,318	<0,05 ☼
	8.Максимальная высота подъема ОЦТ прыгунов в полете, см	54,6±2,34	0,740	<0,05 ☼
Параметры СФП	9. Бег 30 м с высокого старта, с	3,84±0,19	- 0,869	<0,05 ©
	10.Бег 100 м с высокого старта, с	11,78±0,75	- 0,728	<0,05 ©
	11.Прыжок вверх по Абалакову, см	59,8±1,31	0,500	<0,01 ©
	12.Рывок штанги, % от массы тела	87,2±1,49	0,469	<0,05 ☼
Параметры тренировочной нагрузки	13.Прыжки в длину с малого и среднего разбега (до 14 б/ш), кол. раз	778±19,05	0,618	<0,05 ©
	14.Прыжки в длину с разбега от 16 б/ш и более, кол. раз	245±9,37	0,574	<0,05 ☼
	15.Пробегания в ритме разбега, кол. раз	310±10,5	0,635	<0,05 ©
	16.Скоростной бег на отрезках до 80 м, км	21,4±1,20	0,650	<0,05 ©

Условные обозначения: ☼ - критерий рациональной организации движений прыгуна при отталкивании (КРОД);

© - критерий оптимально-максимальной скорости перед отталкиванием (КОМС).

Математико-статистическая обработка цифрового материала по методу кластерного анализа [89] открывает конкретные направления совершенствования технической и физической подготовленности юных прыгунов различного возраста и квалификации. Например, результаты кластерного анализа по испытуемой группе прыгунов в длину 16-17 летнего возраста, показали, что данная группа спортсменов в количестве 10 человек качественно подразделяется на три подгруппы в количественном соотношении 4 – 2 – 4 (рис. 5.5):

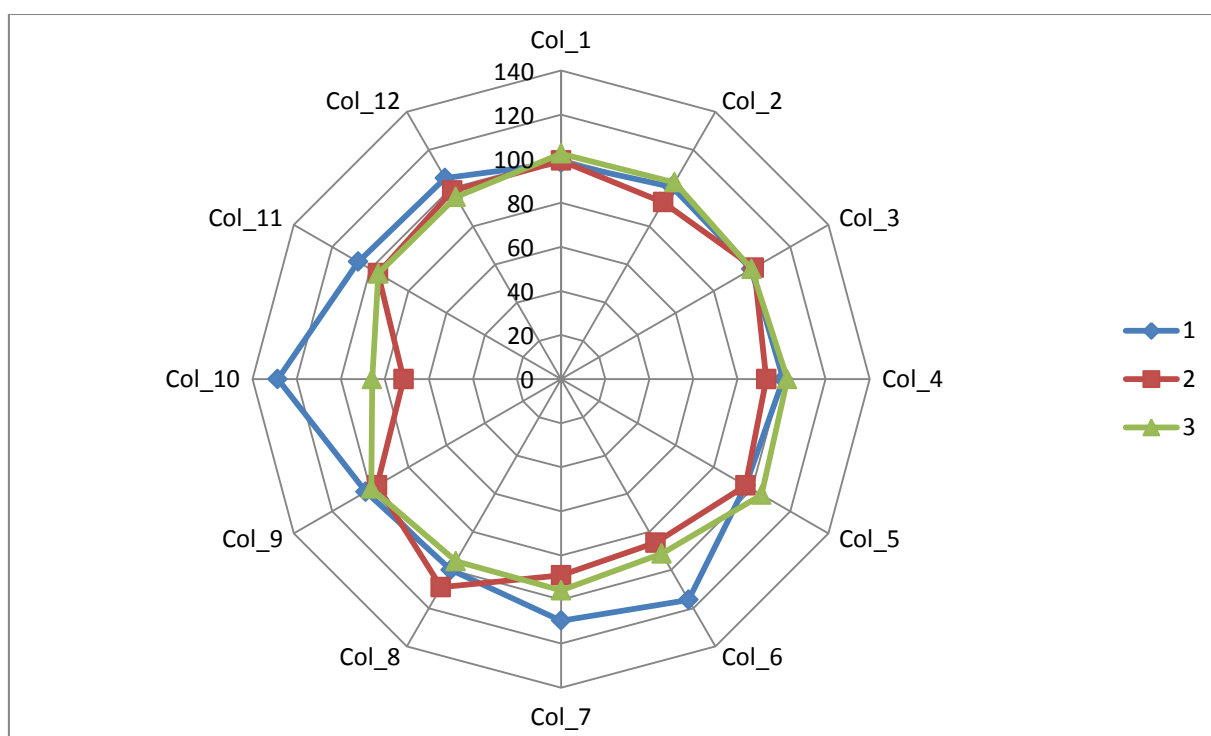


Рисунок 5.5 – Структура технической подготовленности юношей-прыгунов в длину с разбега 16-17 лет:

Col_1 – масса прыгуна; *Col_2* – угол постановки ноги на отталкивание; *Col_3* – угол амортизации ноги; *Col_4* – угол отталкивания; *Col_5* – высота ОЦМТ в конце отталкивания; *Col_6* – угол вылета; *Col_7* – время полетной фазы; *Col_8* – проекция смещения ОЦМТ в момент окончания отталкивания; *Col_9* – начальная скорость вылета; *Col_10* – максимальная высота влета ОЦТ прыгуна; *Col_11* – длина горизонтального перемещения ОЦМТ при отталкивании; *Col_12* – коэффициент технико-физического мастерства прыгуна; *Col_13* – расчетная длина прыжка; *Col_14* – результат дальности прыжка по протоколу соревнования или тестирования

1-я подгруппа (4 чел.) – группа «среднячков» характеризуется равномерным профилем подготовленности, лишь по 10-му показателю наблюдается небольшое отклонение;

2-я подгруппа (2 чел.) – группа самых слабых юных спортсменов; причина – низкий уровень параметров 6,7,10-го;

3-я подгруппа (4 чел.) – группа сильнейших прыгунов; причина – высокий уровень параметров 6,7,10,11 и 12-го.

В случае дополнительного объединения, к примеру, двух возрастных групп, по 10 человек в каждой для математико-статистического анализа рассматриваемым методом, количество типологических подгрупп увеличивается уже до 4-х. А, следовательно, вместе с этим и будет увеличиваться возможность поиска дополнительных путей по совершенствованию технической подготовленности юных прыгунов в длину с разбега.

5.4. Применение цифровых технологий в оптимизации беговой нагрузки восстановительных микроциклов подготовительных периодов в тренировочном процессе юношей-бегунов на короткие дистанции (100-200 м)

Моделирование программ подготовки на спортивный сезон, период, этап осуществляется из этапов различных направлений. Создание запрограммированной цикличности тренировочного процесса возможно лишь с учетом периодики и фазности протекания мышечной деятельности при выполнении упражнений [18, 20]. Одним из центральных вопросов программирования тренировки является выявление взаимосвязей между выполненной тренировочной нагрузкой и изменением состояния спортсмена. Трудность нахождения таких взаимосвязей обусловлена тем, что они в значительной степени опосредованы, зависят от многих факторов и определяются большим количеством переменных [6, 7]. По мнению Ю.В. Верхошанского, «приходится признать, что объективных данных,

характеризующих эту связь, пока очень мало» [18]. Практические попытки решения этой проблемы предпринимались и освещены во многих работах [4, 5, 6, 17]. В них тренировочная нагрузка определялась количеством тренировочных дней. Естественно, такой показатель может быть наполнен различным содержанием. В работах Н.В. Манжоса, А.С. Горлова, Б.Н. Юшко при описании метода контроля за беговой тренировочной нагрузкой использованы таблицы определения величины качественного объема (ВКО) циклического упражнения (табл. прилож. В₃) [33, 59, 60, 64].

Надо сказать, что правильно организованная беговая тренировочная нагрузка в различных восстановительных микроциклах подготовительных периодов в преобладающей степени определяет эффективность применения этих циклов [17, 34, 35]. Использование других средств (в основном средств ОФП и реабилитационных) в качестве восстановительных не является энергоемким. В исследованиях доцента кафедры физического воспитания НТУ «ХПИ» А.С. Горлова (2005 – 2007гг.) была предпринята повторная попытка научного обоснования программирования оптимальной беговой тренировочной нагрузки в этих микроциклах для юношей-бегунов на короткие дистанции среднего и старшего возраста [36, 37].

Изучение программирования беговой тренировочной нагрузки в недельных восстановительных микроциклах подготовительных периодов предусматривало выявление закономерностей между дозированной нагрузкой и ответными реакциями организма юных спринтеров в плане процентного изменения отдельных показателей двигательной функции. Знание этих закономерностей придаст тренировочному процессу дополнительный источник эффективного управления.

Исследовалась связь между тремя вариантами суммарной недельной беговой нагрузки и изменением различных показателей двигательной функции в период восстановительных микроциклов юных спринтеров двух возрастных групп разной квалификации и степени снижения работоспособности¹ после серии тренировочных микроциклов. Для

экспериментальных подгрупп были выбраны следующие варианты суммарной недельной беговой нагрузки: $30 \pm 10\%$ -макс., $70 \pm 10\%$ -макс., $110 \pm 10\%$ -макс. ВКО². Измерения проводились по восьми показателям двигательной функции: времени задержки дыхания, силы сгибателей стопы, прыжка вверх по Абалакову, дифференцировки становой силы, времени стартовой реакции, тремора, коэффициента активности бегового шага и мощности дыхания [34].

Эксперимент позволил определить процент прироста показателей двигательной функции (табл. 5.11). Полученные различия оказались статистически достоверными ($p < 0,05$). По абсолютной величине этого прироста выбирался в каждом восстановительном микроцикле тот режим, который набирал большее количество положительных изменений показателей двигательной функции в каждой возрастной группе с различным уровнем снижения работоспособности. На рис. 5.6 и 5.7 представлен графический механизм программирования оптимальной суммарной недельной беговой нагрузки в различных восстановительных микроциклах первого и второго подготовительных периодов юношей-спринтеров различного возраста и квалификации. Механизм программирования заключается в следующем. На рисунке вертикальная ось ординат была равномерно разделена от нуля с точностью 10% -макс. величины качественного объема до верхнего предела 120% -макс. ВКО. При этом на оси отмечены три зоны суммарной величины качественного объема, по которым планировалась в ходе эксперимента недельная беговая нагрузка юношей-спринтеров трех подгрупп, отобранных по уровню квалификации и работоспособности [34].

1 Низкий – работоспособность свыше 91% по ИГСТ и менее $0,4\%$ снижение специальной работоспособности (СР) после серии тренировочных микроциклов; Средний – $91-81\%$ по ИГСТ и $0,4-0,6\%$ снижение СР; Высокий – менее 81% по ИГСТ, снижение СР $0,6\%$ и выше.

2 ВКО – условная единица, обозначающая интегральный показатель величины качественного объема беговой нагрузки в % - макс.

Таблица 5.11 – Степень изменения показателей двигательной функции юных спринтеров 14-15 и 16-17 лет под влиянием дозированной беговой тренировочной нагрузки во втором восстановительном микроцикле первого подготовительного периода

Уровни снижения работоспособности в группах	Режим суммарной недельной беговой нагрузки	Показатели двигательной функции							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Высокий		Юноши 14-15 лет							
	30±10%	5,52	4,35	8,26	15,32	7,60	3,45	6,62	15,30
	70±10%	6,72	2,75	12,80	5,13	13,00	6,87	11,30	17,15
	110±10%	3,85	-2,51	3,62	-4,00	-2,44	3,56	-1,42	-7,40
Средний	30±10%	2,54	3,70	4,32	14,85	5,21	3,00	7,53	9,00
	70±10%	7,61	4,55	13,00	11,90	15,54	5,76	10,94	17,90
	110±10%	7,18	-0,25	5,12	2,65	2,30	7,67	3,77	1,82
Низкий	30±10%	2,00	1,92	0,61	8,80	3,77	2,53	2,22	5,36
	70±10%	7,91	4,75	12,62	13,79	14,12	4,83	7,76	18,45
	110±10%	7,45	4,53	10,20	6,75	9,50	7,99	5,72	12,21
Высокий		Юноши 16-17 лет							
	30±10%	3,57	3,05	2,05	5,41	3,62	0	4,52	4,91
	70±10%	7,70	1,75	9,22	5,73	7,11	3,80	6,89	9,27
	110±10%	-1,79	-0,50	6,42	-1,62	-1,18	8,53	3,46	14,83
Средний	30±10%	0,47	1,02	0,88	6,33	2,35	1,09	-2,40	6,65
	70±10%	8,56	8,15	8,19	7,00	5,87	4,65	7,54	11,68
	110±10%	8,90	6,08	10,05	5,22	8,02	8,87	8,21	15,50
Низкий	30±10%	-0,11	-1,31	0	6,70	1,68	0	-3,78	8,30
	70±10%	8,79	9,00	8,17	7,25	5,72	4,79	10,30	12,45
	110±10%	11,20	8,45	10,27	6,92	9,30	9,23	8,72	15,02

Примечание: 1 – сила сгибателей стопы; 2 – высота прыжка вверх по Абалакову; 3 – время стартовой реакции; 4 – тремор; 5 – дифференцировка становой силы; 6 – мощность вдоха-выдоха; 7 – коэффициент активности бегового шага; 8 – задержка дыхания.

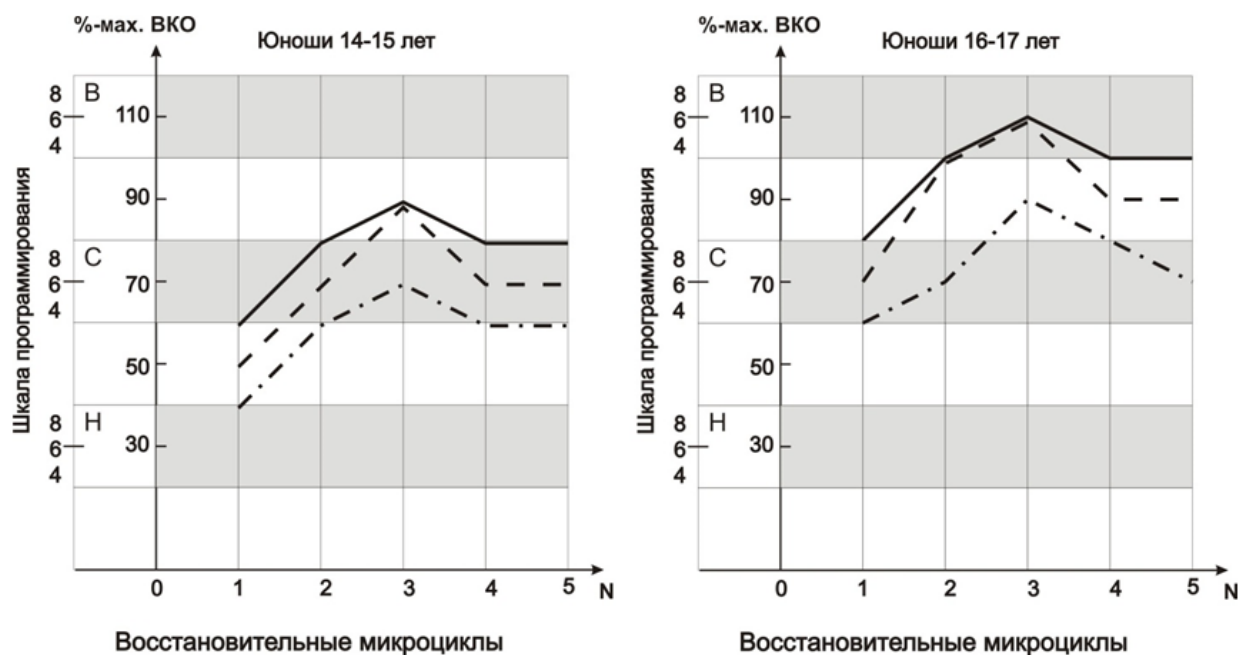


Рисунок 5.6 – Результаты программирования оптимальной суммарной недельной беговой нагрузки юношей-спринтеров в восстановительных микроциклах первого подготовительного периода

Условные обозначения: ————— юноши с низким уровнем снижения работоспособности; - - - - - юноши со средним уровнем снижения работоспособности; - юноши с максимальным уровнем снижения работоспособности

В ходе эксперимента было выяснено, что суммарная величина недельной беговой нагрузки, превышающая 120%-макс. ВКО, не отвечает задачам восстановления большинства показателей двигательной функции юных спринтеров в обеих возрастных группах. Каждой зоне величины качественного объема были предписаны три числовых индекса (8, 6, 4), которые, определяя количество измененных показателей двигательной функции в различных режимах нагрузки, давали формулу программирования с точностью до 5%-макс. ВКО (табл. 5.12). Например, по степени изменения средне-групповых показателей двигательной функции юных спринтеров 16-17 лет можно определить *во втором восстановительном микроцикле первого подготовительного периода* оптимальную величину качественного объема недельной беговой нагрузки для лиц с различной степенью работоспособности после тренировочных микроциклов следующим образом.

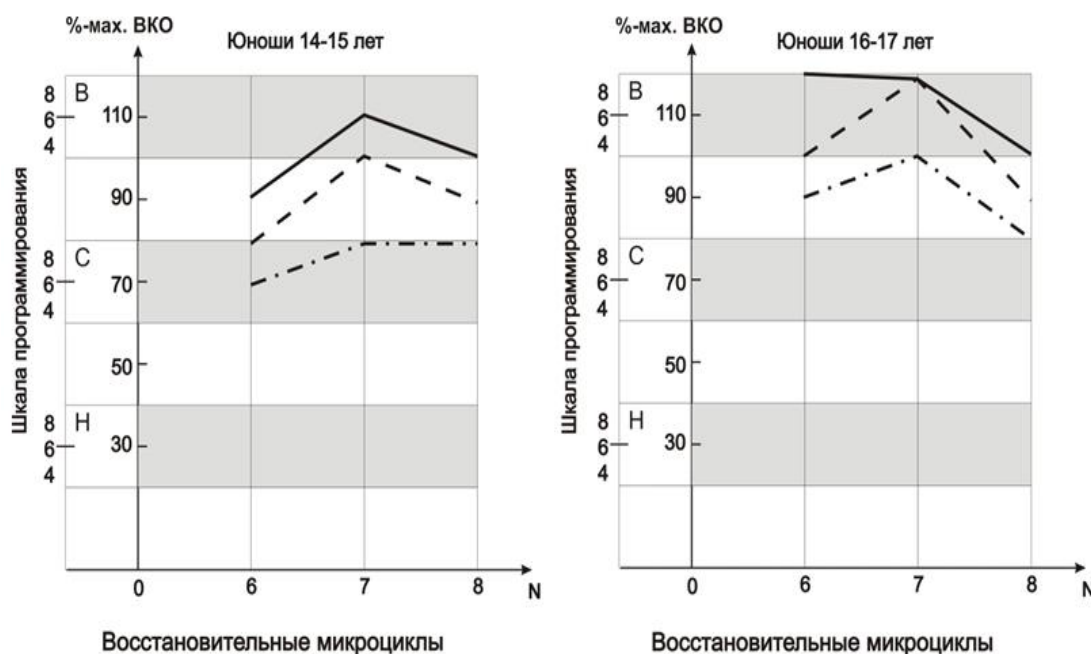


Рисунок 5.7 – Результаты программирования оптимальной суммарной недельной беговой нагрузки юношей-спринтеров в восстановительных микроциклах второго подготовительного периода

Условные обозначения: ————— юноши с низким уровнем снижения работоспособности; - - - - - юноши со средним уровнем снижения работоспособности; - юноши с максимальным уровнем снижения работоспособности

Исходя из данных таблицы 5.11 для старших юношей-спринтеров с *высоким уровнем снижения работоспособности* более значительный процент прироста показателей двигательной функции в режиме $110 \pm 10\%$ -макс. ВКО беговой нагрузки у шестого и восьмого показателей; в режиме $70 \pm 10\%$ -макс. ВКО – у первого, третьего, четвертого, пятого и седьмого показателей; в режиме $30 \pm 10\%$ -макс. ВКО – у второго, при $p < 0,05$. Обозначив буквами «В» – верхний предел режима $110 \pm 10\%$ -макс. ВКО, «С» – средний предел режима $70 \pm 10\%$ -макс. ВКО, «Н» – низкий предел режима $30 \pm 10\%$ -макс. ВКО, получили формулу определения оптимального режима беговой нагрузки для второго восстановительного микроцикла первого подготовительного периода: $5C - 1H + 2B = 5C + 1B$ (см. табл. 5.12). По шкале программирования это соответствует суммарной недельной величины беговой нагрузки $70 \pm 5\%$ -макс. ВКО (рис. 5.6).

Таблица 5.12 - Формулы программирования оптимальной беговой тренировочной нагрузки юношей-спринтеров 14-15 и 16-17 лет в разгрузочных восстановительных микроциклах подготовительных периодов годичного цикла ($n = 72$)

Восстано- вительные микро- циклы	Юноши 16-17 лет			Юноши 16-17 лет		
	Уровни снижения работоспособности					
	Высокий	Средний	Низкий	Высокий	Средний	Низкий
1	2	3	4	5	6	7
ВМ - 1	4С – 4Н	5С – 3Н	6С – 2Н	6С – 2Н	7С - 1Н	6С + 2В
ВМ - 2	6С – 2Н	6С	7С + 1В	5С + 1В	6В – 2С	6В – 2С
ВМ - 3	6С	5В – 3С	5В – 3С	5В – 3С	7В – 1С	7В – 1С
ВМ - 4	6С – 2Н	6С	5С +3В	7С + 1В	5В – 3С	6В – 2С
ВМ - 5	6С – 2Н	6С	5С + 3В	6С	5В – 3С	6В – 2С
ВМ - 6	6С	5С + 3В	5В – 3С	5В – 3С	7В – 1С	8В
ВМ - 7	5С + 3В	6В –2С	7В – 1С	6В – 2С	8В	8В
ВМ - 8	6С + 2В	5В – 3С	6В – 2С	4В – 4С	6В – 2С	7В – 1С

Для юношей-спринтеров со средним уровнем снижения работоспособности самый значительный процент прироста показателей двигательной функции в режиме $110 \pm 10\%$ -макс. ВКО у первого, третьего, пятого, шестого, седьмого и восьмого показателей двигательной функции; в режиме $70 \pm 10\%$ -макс. ВКО - у второго и четвертого показателей; в режиме $30 \pm 10\%$ -макс. ВКО – ни один из показателей не имеет значительного прироста при $P < 0,05$. Поэтому формула программирования для юношей-спринтеров данного уровня работоспособности равна соответственно 6В – 2С. По шкале программирования это соответствует $100 \pm 5\%$ -макс. ВКО (см. рис. 5.6).

Для бегунов с низким уровнем снижения работоспособности значительный прирост показателей двигательной функции в режиме $110 \pm 10\%$ -макс. ВКО – у первого, третьего, пятого, шестого, седьмого и восьмого показателей двигательной функции; в режиме $70 \pm 10\%$ -макс. ВКО – у второго и четвертого показателей; в режиме $30 \pm 10\%$ -макс. ВКО – ни один из показателей не имеет значительного прироста ($p < 0,05$). Поэтому формула программирования для этих спринтеров равна $6B - 2C$, что по шкале программирования соответствует $100 \pm 5\%$ -макс. ВКО недельной беговой нагрузки (см. рис. 5.6).

Аналогичным образом рассчитываются оптимальные режимы беговой нагрузки во всех остальных восстановительных микроциклах подготовительных периодов юношей-спринтеров обеих возрастных групп. Результаты программирования в виде диаграмм могут служить критериями количественных характеристик эффективной организации беговой тренировочной нагрузки в различных восстановительных микроциклах подготовительных периодов юных спринтеров на дистанциях 100-200 м, которые проходят учебно-тренировочный процесс на этапах предварительной и специализированной базовой подготовки (рис. 5.8 и 5.9).

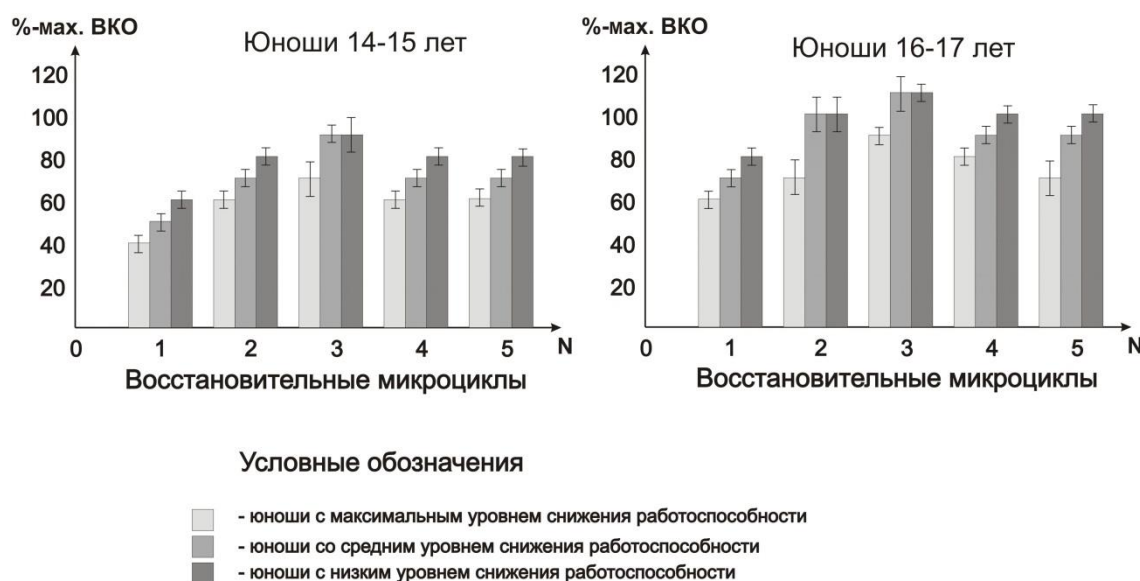


Рисунок 5.8 – Диаграммы оптимальной величины суммарного качественного

объема недельной беговой нагрузки в восстановительных микроциклах первого подготовительного периода юношей-спринтеров

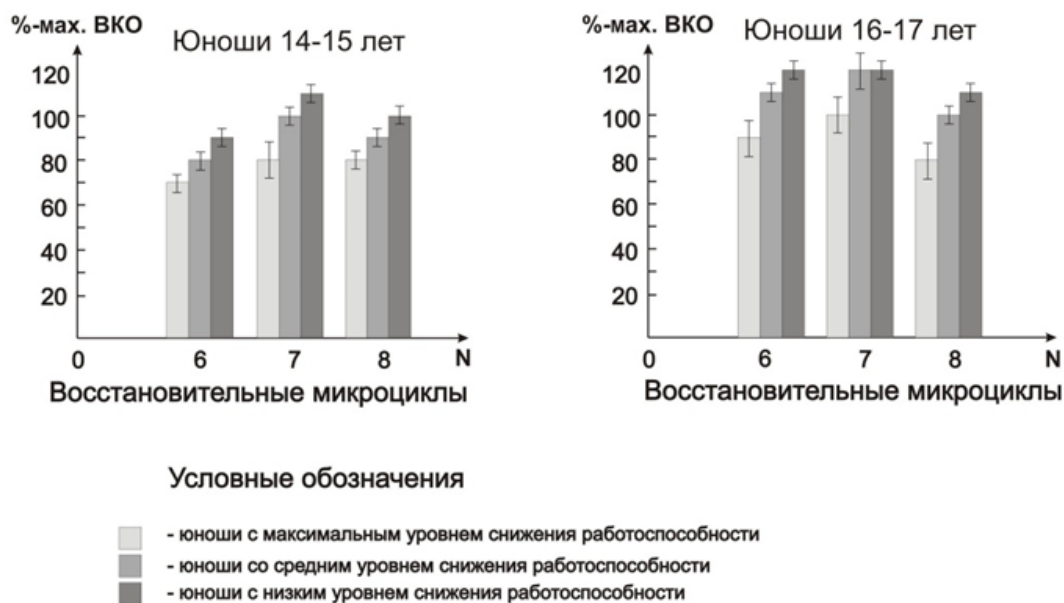


Рисунок 5.9 – Диаграммы оптимальной величины суммарного качественного объема недельной беговой нагрузки в восстановительных микроциклах второго подготовительного периода юношей-спринтеров

Контрольные вопросы и задания для самоконтроля

1. Какова организация научно-методических мероприятий по изучению диагностики соревновательной деятельности бегунов на короткие дистанции?
2. Пояснить методику расчета у спортсменов средней скорости и ее реализацию (в процентах) от максимальной на контрольных отрезках дистанции 100 м.
3. Обосновать технологию корректирующего моделирования соревновательной деятельности бегунов-спринтеров на дистанции 100 м.
4. Отобразить и прокомментировать схему подключения элементов электронно-оптической системы – стартовый пистолет, стартовая станина с опорными колодками, элемент «оптическая дорожка» и

оптический створ.

5. Методика определения дефекта стартовой аритмии в активной части стартового ускорения у спринтеров на дистанции 100 м.
6. Методика определения скоростно-силовой аритмии в опорных периодах беговых шагов стартового ускорения у спринтеров на дистанции 100 м.
7. Обосновать критерии оценки эффективности старта и стартового ускорения у бегунов на дистанции 100 м.
8. В чем состоит технология программирования оптимальной беговой нагрузки восстановительных микроциклов подготовительных периодов для юношей-спринтеров среднего и старшего возраста?

Рекомендуемая литература

1. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем /П.К. Анохин – М.: Медицина, 1975. – 380 с.
2. Горлов А.С. Универсальные таблицы для организации беговых нагрузок бегунов и бегуний на короткие дистанции различной квалификации: Учеб. пособие /А.С. Горлов, Н.В. Манжос, Б.Н. Юшко. – Х.: ХаГИФК, 1993. – 68 с.
3. Горлов А.С. Программирование оптимальной беговой тренировочной нагрузки юношей-бегунов на короткие дистанции в восстановительных микроциклах подготовительных периодов /А.С. Горлов //Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання та спорту: наук. монографія за ред. проф. Єрмакова С.С. – Х.: ХДАДМ, 2007. – №5. – С. 13–25.
4. Горлов О.А. Оптимізація біомеханічних параметрів техніки стрибка у довжину з у юних спортсменів 16-17 років /О.А. Горлов, А.С. Горлов, К.М. Блещунова //Теорія і практика фізичного виховання. – Донецьк: ДонНУ, 2012. – №2. – С. 49–499.

5. Верхошанский Ю.В. Программирование и организация тренировочного процесса /Ю.В. Верхошанский. – М.: Физкультура и спорт, 1985. – 175 с.
6. Новые универсальные методы оценки беговой тренировочной нагрузки у легкоатлетов различной квалификации: Учебно - метод. пособие /Н.В. Манжос, А.С. Горлов, Б.Н. Юшко. – Х.: ХГАФК, 2002. – 114 с.
7. Платонов В.Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте: Учеб. для студ-в вузов физ. восп. и спорта /В.Н. Платонов. – К.: Олимпийская литература, 1997. – 583 с.
8. Ратов И.П. Некоторые итоги разработки системы комплексного контроля в спорте высших достижений и перспективы ее развития /И.П. Ратов, В.В. Иванов, Г.И. Попов // Теор. и практ. физ. культуры, 1984. – №11. – С. 9–12.
9. Озолин Н.Г. Настольная книга тренера: Наука побеждать / Н.Г. Озолин. – М.: ООО «Издательство Астрель»; ООО «Издательство АСТ», 2002. – 863 с.

Список источников информации

1. Абзалов Р.А. Изменение показателей насосной функции сердца у спортсменов и не спортсменов при выполнении мышечных нагрузок повышающейся мощности /Р.А. Абзалов, Р.Р. Нигматуллина //Теория и практика физ. культуры. – 1999. – № 8. – С. 24–26, 39–40.
2. Абзалов Р.А. Особенности экстракардиальной регуляции функций сердца в переходных периодах от физиологического покоя к мышечным нагрузкам / Р.А. Абзалов, Р.Р. Абзалов //Теория и практика физ. культуры. – 1998. – № 3. – С. 14–16.
- 3.Абросимова Л.И. Определение физической работоспособности подростков /Л. И. Абросимова, В.Е. Карасик //Новые исследования по возрастной физиологии. – М.: Педагогика, 1977. – №2. – С. 114–117.
4. Абрикосова М.А. Исследования кумулятивного эффекта восстановительных мероприятий в недельном тренировочном цикле /М.А. Абрикосова и др. //Физиологические основы управления восстановительными процессами в условиях спортивной деятельности. – М.: ВНИИФК, 1980. – С.53–67.
5. Агаджанян Н.А. Биоритмы, спорт, здоровье /Н.А. Агаджанян, Н.Н. Шабатура – М.: Физкультура и спорт, 1989. – 208 с.
6. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем /П.К. Анохин – М.: Медицина, 1975. – 380 с.
7. Артюшенко А.Ф. К вопросу о возрастной дифференцировки тренировочных средств в процессе многолетней тренировки юных спортсменов /А.Ф. Артюшенко , В.Н. Лузгин и др. //Управление и контроль в спортивной тренировке. – Омск, 1978. – С. 36–39.
8. Адашевский В.М. Теоретические основы механики биосистем: Учебное пособие / В. М. Адашевский. – Харьков НТУ "ХПИ", 2001. – 258 с.
9. Аванесов В.У. Применение специального кистевого отягощения в процессе выполнения бросковой работы легкоатлетами-метателями /

- Аванесов В.У., Ефремова В.И. // Моделирование спортивной деятельности в искусственно созданной среде (стенды, тренажеры, имитаторы): Матер. межд. конф. – М.: ВНИИФК, 1999. – С. 4–5.
10. Андреев Ю. М. Практикум по теоретической и аналитической механике с применением ПЭВМ: Навч. посібник / Ю.М. Андреев, Е.И. Дружинин, А.А. Ларин. – Харьков: НТУ „ХПИ”, 2004. – 100 с.
11. Аулик И.В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И.В. Аулик. – М.: Медицина, 1990. – 192 с.
12. Баевский Р.М. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения /Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов //Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2001. - №3. – С.108–127.
13. Баевский Р.М. Концепция физиологической нормы и критерии здоровья / Р.М. Баевский // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. – 2003. – Т. 89. – № 4. – С.473–487.
14. Баевский Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе /Р.М. Баевский, О.И. Кириллов, С.З. Клецкин. – М.: Наука, 1984. – С. 220.
15. Бабунц И.В. Азбука анализа вариабельности сердечного ритма / И.В. Бабунц, Э.М. Мириджанян, Ю.А. Машаех. – Ставрополь: СМУ, 2002. – С. 351–353.
16. Бардин В.В. ВИСТИ. Компьютерная подография, индивидуальные стельки. Моделирование спортивной деятельности в искусственно созданной среде (материалы конференции). – М.: ВНИИФК, 1999. – С.6.
17. Бухман Г. Вопросы подготовки юных спортсменов /Г. Бухман //Матер. республ. научно-метод. конф. УССР. – К.: КГИФК, 1972. – С.41–43.
18. Верхошанский Ю.В. Принципы организации тренировки спортсменов высокого класса в годичном цикле /Ю.В. Верхошанский //Теория и практика физической культуры. – 1991. – №2. – С. 32–34

19. Волков Н.И. Биохимия мышечной деятельности / Н.И. Волков, Э.Н. Несен, А.А. Осипенко. – К.: Олимпийская литература, 2000. – 503 с.
20. Волков Н.И. Работоспособность и управление тренировочным процессом /Н.И. Волков //Спорт в современном обществе. Всемирный научный конгресс: Биология, биомеханика, биохимия, медицина, физиология. – М.: ГЦОЛИФК, 1980. – С. 249.
21. Влияние вегетативных показателей легкоатлетов на спортивную результативность / Т.С. Иванова и др. // Материалы Всерос. науч.-практ. конф. «Физическая культура и студенческий спорт: проблемы реализации стратегии развития». – Казань, 2012 – С. 351–353.
22. Галица В.И. Технические средства и системы экспресс диагностики для использования в технологиях управления подготовкой спортсменов /В.И. Галица, П.А. Качанов, А.С. Горлов //Вісник НТУ «ХПІ» 37-2012; за ред. проф. Качанова П.О. – Х.: НТУ «ХПІ», 2012. – С. 42–50.
23. Галица В.И. Интерактивная система экспресс диагностики в подготовке спортсменов – копьеметателей /В.И. Галица, А.С. Горлов, П.А. Качанов //Теорія і практика фізичного виховання: науково-метод. – Донецьк: ДонНУ, 2012. – С. 409–415.
24. Галиця В.І. Інженерні засоби в технологіях управління підготовкою спортсменів /В.І. Галиця, А.С. Горлов, С.О. Маковецький //Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: ХХ міжнар. науково-практ. конф. 15-17 травня 2012 р.: тези допов. – Харків: НТУ «ХПІ». – С. 291.
25. Горлов О.А. Оптимізація біомеханічних параметрів техніки стрибка у довжину з у юних спортсменів 16-17 років /О.А. Горлов, А.С. Горлов, К.М. Блещунова //Теорія і практика фізичного виховання. – Донецьк: ДонНУ, 2012. – №2. – С.491–499.
26. Горлов А.С. Аналіз старту і стартового прискорення у бігунів-спринтерів Харківської області в 2010-2011тренувальному році /А.С. Горлов, С.І. Гавриш, В.І. Ірхін //Здоров'я нації і вдосконалення фізкультурно-спортивної

освіти в Україні: Мат. II Всеукр. наук.-практ. конф., 2-3 жовтня 2012 р.: тези докл. – Х.: Вид-во «Підручник» НТУ «ХПІ», 2012 – С.134–136.

27. Горлов А.С. Проблемы совершенствования системы индивидуальной подготовки юных бегунов на короткие дистанции 100-200 м: монография /А.С. Горлов. – Х.: Изд-во «Підручник» НТУ «ХПІ», 2014. – 240 с.

28. Горлов А.С. Обоснование динамики работоспособности юношей-спринтеров 14-15 и 16-17 лет в подготовительных периодах годовичного цикла тренировки /А.С. Горлов //Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту: наук. монограф. за ред. проф. Єрмакова С.С. – Харків: ХДАДМ, 2008. – №12. – С. 25–29.

29. Горлов А.С. Изменения педагогических показателей двигательной функции у бегунов-спринтеров 14-17 лет под влиянием восстановительных микроциклов подготовительных периодов /А.С. Горлов //Физическое воспитание студентов; под ред. С.С. Ермакова. – Харьков: ХДАДМ, 2011. – №4. – С. 22–26.

30. Горлов А.С. Динамика изменения физиологических показателей двигательной функции у бегунов-спринтеров 14-17 лет под влиянием восстановительных микроциклов подготовительных периодов /А.С. Горлов //Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві: зб. наук. праць. – Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки, 2011. – №3(15). – С. 92–96.

31. Горлов А.С. Программирование оптимальной беговой тренировочной загрузки юношей-бегунов на короткие дистанции в восстановительных микроциклах подготовительных периодов /А.С. Горлов //Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту: наук. монограф. за ред. проф. Єрмакова С.С. – Х.: ХДАДМ, 2007. – №5. – С. 13–25.

32. Горлов А.С. Критерии оценки эффективности восстановительных микроциклов подготовительных периодов юношей-спринтеров 14-15 лет / А.С. Горлов //Слобожанський науково-спортивний вісник: зб. наук. праць. – Х.: ХДАФК, 2007. – №12. – С. 90–93.

33. Горлов А.С. Универсальные таблицы для организации беговых нагрузок бегунов и бегуний на короткие дистанции различной квалификации: Учеб. пособие /А.С. Горлов, Н.В. Манжос, Б.Н. Юшко. – Х.: ХаГИФК, 1993. – 68 с.
34. Горлов А.С. Программирование оптимальной беговой тренировочной нагрузки юношей-бегунов на короткие дистанции в восстановительных микроциклах подготовительных периодов /А.С. Горлов //Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання та спорту: наук. монографія за ред. проф. Єрмакова С.С. – Х.: ХДАДМ, 2007. – №5. – С. 13–25.
35. Горлов А.С. Совершенствование системы управления беговой тренировочной нагрузкой юношей-спринтеров на этапах многолетней подготовки /А.С. Горлов //Здоров'я і освіта: проблеми та перспективи: матер. II міжн. науково-практ. конф. 17-18 листоп. 2010 р. – Донецьк: ДонНУ, Норд-Прес, 2010. С. 68–72.
36. Горлов А.С. Программирование оптимальной беговой тренировочной нагрузки в восстановительных микроциклах подготовительных периодов юношей-спринтеров 14-15 лет /А.С. Горлов //Слобожанський науково-спортивний вісник: Зб. наук. праць. – Х.: ХДАФК, 2005. – Т.1. – С.121–125.
37. Горлов А.С. Программирование оптимальной беговой тренировочной нагрузки в восстановительных микроциклах подготовительных периодов юношей-спринтеров 16-17 лет /А.С. Горлов // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання та спорту: наук. монограф. за ред. проф. С.С. Єрмакова. – Х.: ХДАДМ, 2007. – №7. – С. 42–46.
38. Дембо А.Г. Актуальные проблемы современной спортивной медицины /А.Г. Дембо. – М.: Физкультура и спорт, 1980. – 187 с.
39. Дембо А.Г. Клинико-физиологические методы исследования спортсменов /А.Г. Дембо. – М.: Физкультура и спорт, 1958. – С. 22–43.
40. Дубровина Н.Ю. Информационные технологии в физической культуре и спорте /Н.Ю. Дубровина: Учеб. программа. – Иркутск: ФГБОУ ВПО «РГУФКСМиТ», 2013. – 24 с.

41. Ермаков С.С. Теоретическое и экспериментальное определение биомеханических характеристик бега /С.С. Ермаков, В.М. Адашевский, О.А. Сиволап //Физическое воспитание студентов. – Х.: ХГААИ, 2010. – №4. – С. 26-29.
42. Запорожанов В.А. Педагогический контроль как аппарат управления тренировочным процессом /В.А. Запорожанов //Управление тренировочным процессом высококвалифицированных спортсменов. – К.: Здоров'я, 1985. – С. 52-79.
43. Иванов В.В. Комплексный контроль в подготовке спортсменов / В.В. Иванов. – М.: Физкультура и спорт, 1987. – 256 с.
44. Иванов В.В. Основные показатели и термины в системе комплексного контроля, стандарт предприятия, СТП-1К-1-82 /В.В. Иванов. – М.: ВНИИФК, 1982. – С. 12.
45. Иванов И.Н. Методика спортивного совершенствования прыгунов в длину в годичном цикле подготовки: дис...канд. пед. наук: 13.00.04. – Волгоград: ВГАФК, 1997. – 23с.
46. Карпман В.Л. Тестирование в спортивной медицине /В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
47. Калинин В.М. К анализу причин вариативности ацидотических сдвигов при напряженной мышечной деятельности у спортсменов /В.М. Калинин //Теор. и практ. физ. культуры. – 1984. – №4. – С. 26–27.
48. Колот А.В. Динамика показателей структуры технической подготовленности прыгунов в длину с ростом спортивной квалификации /А.В. Колот, В.А. Коробенко //Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання та спорту: наукова монографія за ред. проф. С.С. Єрмакова. – Х.: ХДАДМ, 2002. – С. 70–74.
49. Клименко В.В. Психомоторные способности юного спортсмена / В.В. Клименко. – К.: Здоров'я, 1987. – 168 с.

50. Красильников В.Л. Внедрение электроники в педагогическую систему управления тренировочным процессом пловцов /В.Л. Красильников, Д.А. Кацай, Е.В. Миргородская. – Челябинск: ЮУрГУ, 2011. – 96 с.
51. Круцевич Т.Ю. Контроль у фізичному вихованні дітей, підлітків і молоді: навч. Посіб. /Т.Ю. Круцевич, М.І. Воробйов, Г.В. Безверхня. – К.: Олімп. літ-ра, 2011. – 224 с.
52. Круцевич Т.Ю. Контроль в физическом воспитании детей, подростков и юношей /Т.Ю. Круцевич, З.Б. Воробьев. – К.: Олимп. лит-ра, 2005. – 195 с.
53. Кузнецова О.В. Спектральный анализ вариабельности ритмов сердца, артериального давления и дыхания у детей 8-11 лет в покое / О.В. Кузнецова, В.Д. Сонькин // Физиология человека. – 2005. – Т 31. – № 1. – С. 33–39.
54. Курашвили В. А. Программное обеспечение «Kinovea» для анализа движений /В.А.Курашвили //Вестник спортивных инноваций: выпуск №36. – 2012. –13 с.
55. Лавинский Д. В. Информационные технологии в аналитической механике: навч. посібник /Д. В. Лавинский, О.К. Морачковский. – Х.: НТУ «ХПИ», 2007. – 183 с.
56. Летунов С.П. Электрокардиографические рентгенокимографические исследования сердца спортсмена /С.П. Летунов – М.: Медгиз, 1957. – 154 с.
57. Легкая атлетика за рубежом / под ред. Е.Н. Кайтмазовой. – М.: Физкультура и спорт, 1974. – С. 50.
58. Максимов М.Л. Артериальная гипертония, ожирение, эректильная дисфункция. Какой препарат выбрать? /М.Л. Максимов, А.С.Ермолаева, О.В. Дралова //Кардиология. – 2011. – Т. 51, №7. – С. 58–64.
59. Манжос М.В. Універсальні таблиці для визначення оптимальних бігових навантажень легкоатлетів-середньовиків різної кваліфікації: Навч. посібник /М.В. Манжос, А.С. Горлов, Б.М. Юшко. – Х.: ХДІФК, 1994. – 56 с.
60. Методика применения универсальных таблиц по определению качественного объема беговых нагрузок спринтеров различной

квалификации: Метод. рекомендации /Сост. Н.В. Манжос, А.С. Горлов, Б.Н. Юшко. – Х.: ХаГИФК, 1990. – 48 с.

61. Методические проблемы экспресс-оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы / Н.Б. Панкова, М.Ю. Карганов, А.Г. Фесенко // Вестник восстановительной медицины. – 2011. – № 6 (46). – С. 60–63.

62. Мячина О.В. Особенности секреции оксида азота в слюнных железах у человека в норме и при патологии /О.В. Мячина, А.А. Зуйкова, А.Н. Пашков и др. // Вестник ВГУ; серия химия, биология, фармация. – 2006. – № 1. – С. 137–140.

63. Нарциссов Р.П. Анализ изображения клетки – следующий этап развития клинической цитохимии в педиатрии /Р.П. Нарциссов // Педиатрия. – 1998. – № 4. – С. 101–105;

64. Новые универсальные методы оценки беговой тренировочной нагрузки у легкоатлетов различной квалификации: Учебно - метод. пособие /Н.В. Манжос, А.С. Горлов, Б.Н. Юшко. – Х.: ХГАФК, 2002. – 114 с.

65. Озолин Э.С. Спринтерский бег /Э.С. Озолин. – М.: Физкультура и спорт, 1964. – 226 с.

66. Озолин Н.Г. Настольная книга тренера: Наука побеждать /Н.Г. Озолин. – М.: ООО «Издательство Астрель»; ООО «Издательство АСТ», 2002. – 863 с.

67. Платонов В.Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте: Учеб. для студ-в вузов физ. восп. и спорта /В.Н. Платонов. – К.: Олимпийская литература, 1997. – 583 с.

68. Платонов В.Н. Теория и методика спортивной тренировки: Учеб. пособие для ин-тов физ. культуры /В.Н. Платонов. – К.: Вища школа, 1984. – 352 с.

69. Платонов В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения: учеб. тренера высш. квалификации /В.Н. Платонов. – К.: Олимп. лит-ра, 2004. – 808 с.

70. Попов Г.И. Координационные перестройки в технике метания копья: модельные и экспериментальные оценки /Г.И. Попов, Б.В. Ермолаев, А.Л. Аракелов //Теория и методика физической культуры, 1993. – №1. – С.7–10.

71. Прохоров Б.Б. Медико-экологическое районирование и региональный прогноз здоровья населения России /Б.Б. Прохоров. – М.: Изд-во МНЭПУ, 1996. – 72 с.
72. Ратов И.П. Некоторые итоги разработки системы комплексного контроля в спорте высших достижений и перспективы ее развития /И.П. Ратов, В.В. Иванов, Г.И. Попов // Теор. и практ. физ. культуры, 1984. – №11. – С. 9-12.
73. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: учебник /А.Н. Ремизов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 648 с.: ил.
74. Самойлов В.О. Медицинская биофизика: учебник для вузов. - 2-е изд., испр. и доп./В.О. Самойлов. – СПб.: СпецЛит, 2007. – 560 с.
75. Сапожникова Е.Н. Возрастные и индивидуальные особенности variability сердечного ритма у детей в возрасте от 7 до 12 лет в покое и при ортостатической пробе /Е.Н. Сапожникова, Н.И. Шлык //Научно-методическое обеспечение физического воспитания, спортивной тренировки и оздоровительной физической культуры. – 2002. – С. 147–153.
76. Селуянов В.Н. Подготовка бегуна на средние дистанции / В.Н. Селуянов. – М.: Спорт-Академ-Пресс, 2001. – 104 с.
77. Свидетельство о регистрации авторского права на произведение. № 16273. Украина. Программный комплекс для расчетов кинематики, кинетостатики и динамики дискретных моделей машин и механизмов (КИДИМ): компьютерная программа / Ю. М. Андреев. – Дата регистрации 12.04.2006 г.
78. Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса /Д.Х. Ричард и др. (перевод на русск. яз. В.И. Чаповского) [отв. ред. проф. В.С. Мищенко]. – К.: Олимпийская литература, 1997. – С. 210–213.
79. Хурамшин И.Г. Насосная функция сердца у спортсменов при выполнении физического упражнения для развития быстроты /И.Г. Хурамшин, Р.А. Абзалов, Н.И. Абзалов и др. // Теория и практика физ. культуры. – 2012. – № 6. – С. 43–52.

80. Хусаинова И.С. Оценка цитологических показателей буккального эпителия для диагностики функционального состояния человека /И.С. Хусаинова, И.Ю. Варулева, Н.А. Кожина // Клиническая лабораторная диагностика. – 1997. – № 3. – С. 10–12.
81. Цито-морфо-денситометрический метод в оценке функциональной активности митохондрий лимфоцитов в норме и при патологии /С.В. Петричук, В.М. Шищенко, З.Н. Духова и др. //Митохондрии в патологии: Сб. науч. трудов. – Пушино. – 2001. – С.19–20.
82. Шкорбатов Ю.Г. Биоэлектрические свойства клеточных ядер /Ю.Г. Шкорбатов, В.Г. Шахбазов // Успехи современной биологии. – 1992. – Т. 112, № 4. – С. 449–511.
83. Шкорбатов Ю.Г. Структурні та електрокінетичні властивості ядер клітин буккального епітелію людини у зв'язку з дією фізико-хімічних факторів та зміною функціонального стану організму : автореф. дис.... докт. біол. наук. – Киев: Нац. ун-т ім. Т.Г. Шевченка, 2005. – 40 с.
84. Язловецкий В.С. Физическое воспитание детей и подростков с ослабленным здоровьем / В.С. Язловецкий. – К.: Здоров'я, 1991. – 231 с.
85. Campos J. Three-dimensional kinematic analysis of elite javelin throwers at the 1999 IAAF World Championships in Athletics /J. Campos, G. Brizuela, V. Ramon <http://www.iaaf-rdc.ru/ru/docs/publication/64.html>
86. Shckorbatov Y.G. Microwave irradiation influences on the state of human cell nuclei /Y.G. Shckorbatov, V.G. Shakhbazov, N.N. Grigoryeva // Bioelectromagnetics. – 1998. – Vol. 19. – p. 414–419.
87. Martinez O.A. Simulation design of electrical capacitance tomography sensors /A. Martinez Olmos, J. Alberdi Primicia, J.L. Fernandez Marron //IET Sci. Meas. Technol., 2007. – N 1 (4). – PP. 216–223.
88. Margaria R. Assesment of physical activity in oxidative and anaerobic maximal exercise. – Ind. Z. angew. Physiol einsch. Arbeet-physiol., 1966. – V. – 22, p. 115–124.
89. www.statgrafics.com

90. [http://sportwiki.to/%D0%AD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%;](http://sportwiki.to/%D0%AD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%)
91. <http://www.fit4life.ru/xxx/supercompensation.html>.

ПРИЛОЖЕНИЕ А – КОМПЛЕКСНЫЙ КОНТРОЛЬ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПОРТСМЕНОВ

**Таблица А₁ – Группа видов спорта с циклическим характером
двигательной деятельности**

Наименование параметров контроля	Диапазоны измерений	Методы измерений	В каких видах обследований применяется
Подсистема педагогического контроля			
Время прохождения дистанции и ее отдельных отрезков, <i>с</i>	В зависимости от длины дистанции	Хронометрия, фотохронометрия, видиомагнитоскопия	ОК, ТО, ОСД, ЭКО, НИР.
Средняя скорость прохождения дистанции, <i>м/с</i>	1 – 7	Хронометрия, тахокорпометрия, спидометрия, радиолокация.	То же
Темп (частота) движений, <i>кол. дв. / мин.</i>	10 – 60	Механография, видеомагнитоскопия.	То же
Длина шага, <i>м</i>	В зависимости от вида спорта	Подометрия, гониометрия, ихнография, видеомагнитоскопия, Кинематография.	То же
Число двигательных циклов на заданном отрезке	То же	То же	То же
Физические параметры внешней тренировочной нагрузки, <i>м</i> :	То же	Дистанциометрия	То же
- путь пройденный за тренировку;	То же	То же	То же
- путь, пройденный в микроцикле подготовки	То же	То же	То же

Продолжение табл. А₁

Подсистема биомеханического контроля			
Мгновенная скорость (ее динамика) на дистанции, <i>м/с</i>	0,5 – 10	Тахокорпография, спидометрия, кинематография, радиолокации.	ОК, ТО, ОСД, ЭКО, НИР
Линейные перемещения ОЦМТ и его звеньев в цикле, <i>м</i> :		Осциллокорпография, кинематография, видеоманитоскопия	ОК, ТК, ОСД, НИР
- по горизонтали;	1 – 10		
- по вертикали	0 – 0,5		
Угловые перемещения в суставах (тазобедренных, коленных, голеностопных, локтевых), <i>град.</i>	0 – 180	Гониометрия	То же
Усилия при опорных взаимодействиях (динамика), <i>Н</i> :			
- по вертикали;	0 – 3000	Динамокорпометрия	ОК, ТК, ЭКО, НИР
- по горизонтали;	0 – 1000		
- по трансверсали	0 – 500		
Усилия на элементах весла (лодка), на элементах велосипеда и другого спортивного инвентаря, <i>Н</i>	0 – 2000	То же	То же
Параметры свойств внешней среды:			
- коэффициент трения скольжения лыжи о поверхность лыжни;	0,02 – 0,06	Динамография, Моделирование	То же
- лобовое сопротивление воздушной среды.	1,5 – 250	Продувка моделей спортсмена и инвентаря в аэродинамической трубе	То же

Продолжение табл. А₁

Подсистема медико-биологического контроля			
ЧСС, уд/мин	40 – 220	Пульсометрия	ТО, ОК, ЭКО, УКО, ОСД, НИР
Ритм работы сердца АД в норме и при нагрузке, мм рт. ст.:	0,25 – 1,5	Ритмовазометрия	То же
СД ДД	85 – 250	Сфигмоманометрия, артериальная осцилография	ОК, ТК, ЭКО, УКО, ОСД, НИР
Биопотенциалы сердца:			
амплитуда, мВ	0,1 – 5,0	Электрокардиография	ТО, ЭКО, УКО, НИР
частота, Гц	0,3 – 100		
продолжительность фаз (зубцов ЭКГ), с	0,01 – 0,5		
Шумы (тоны) сердца, Гц	15 – 500	Фонокардиография	То же
Колебания артериальной стенки, например, сонной артерии (СГ):		Сфигмография	То же
частота, Гц	0,1 – 20		
амплитуда	В зависимости от типа датчика		
Параметры сократительной функции миокарда	–	Поликардиографический метод на основе синхронной регистрации ЭКГ, ФКГ, СГ	ЭКО, УКО
Изменение кровенаполнения печени	–	Реография	То же
Параметры анатомических структур сердца (объем полостей сердца, масса миокарда, толщина миокарда желудочков и др.)	–	Ультразвуковая эхокардиография (ЭХОКГ)	То же

Продолжение табл. А₁

Вектор электродвижущей силы сердца	–	Векторкардиография (ВКГ)	ЭКО, УКО
Объем сердца, $см^3$	770 – 1073	Телеренгенография	То же
Истинное пульсовое давление, гемодинамический удар	–	Механокардиография, тахоосцилография	ТК, ЭКО, УКО
Минутный объем крови (МОК), л/мин	6 – 40	Поликардиография, тетраполярная реография	УКО, ЭКО, НИР
Систолический объем крови, мл	60 – 200	То же	То же
Объемная скорость кровотока, мл/мин	250 – 25000	Метод возвратного дыхания	То же
Показатели внешнего дыхания: ЧД, <i>дых./мин</i> МВЛ, л Мощность вдоха и выдоха, л/с	10 – 80 80 – 230 4 – 8	Пневмотахометрия, спирометрия, пневмоманометрия	ТК, ОК, ЭКО, УКО, НИР
Показатели легочного обмена: МПК, л/мин ЖЕЛ, $см^3$ МОД, л	2,5 – 6,5 5000 – 8000 3 – 8,4	Спироэргометрия, газометрия Спирометрия Пневмотахометрия	ТК, ЭКО, УКО То же ЭКО, УКО, НИР
<i>Параметры нервно-мышечного аппарата</i>			
Тонус мышц, миотон: напряженное состояние; расслабленное состояние.	100 – 150 70 – 100	Миотонометрия, сейсмоэлектрометрия, виброметрия	ТК, ЭКО, УКО, НИР
Биопотенциалы мышц (ЭМГ): амплитуда, мв частота, гц	0,01 – 5,0 10, 0 – 500	Электромиография	ТК, ОК, ЭКО, НИР

Продолжение табл. А₁

Латентное время напряжения и рас- слабления мышц, <i>мс</i> : ЛВН ЛВР	50 – 300 100 – 500	Электромиометрия	ТК, ОК, ЭКО, НИР
Антропологические параметры: линейные размеры тела, <i>см</i> ; дуговые размеры тела, <i>см</i> ; общая масса тела, <i>кг</i> ; масса мышечной и жировой ткани, <i>кг</i>	150 – 190 25 – 100 60 – 90 –	Антропометрия	ТК, ОК, ЭКО, НИР
<i>Пробы и тесты</i>			
Ортостатическая проба: изменение ЧСС, <i>уд./мин.</i> изменение АД, <i>мм</i> <i>рт. ст.</i> Общая ФР с помощью велозргометрического теста-пробы PWC ₁₇₀ , <i>кгм/м</i> Тестирование на тредбане со ступенеобразным повышением нагрузки (за счет увеличения скорости или угла наклона бегущей ленты) до отказа от работы	10 – 40 5 – 15 1000 – 1650 –	Пульсометрия, сфигмоманометрия Велозргометрия Хронометрия, спидометрия, тахометрия	ТК, ОК, ЭКО, НИР ЭКО, УКО, НИР То же То же
Подсистема психологического контроля			
Время простой реакции, <i>мс</i>	150 – 300	Хронорефлексометрия	ТО, ЭКО, ОК, ОСД, НИР

Продолжение табл. А₁

Кожно-гальваническая реакция (КГР): частота, <i>гц</i> ; амплитуда, <i>мв</i>	0 – 1 0,1 – 10	Вольтметрия, потенциалометрия	ТО, ЭКО, ОК, ОСД, НИР
Электрическое сопротивление кожи (ЭСК), <i>ом</i>	10 ³ – 10 ⁶	Биометрия	То же
Тремор: амплитуда, <i>мкм</i> ; частота, <i>гц</i>	20 – 2000	Виброметрия, Сейсмометрия	ТО, ЭКО, ОК, ОСД, НИР
Физическое самочувствие, активность, настроение, <i>усл. ед.</i>		ФСАН-метод многофакторного шкалирования	ЭКО, ОСД, НИР
Ритмотемповая чувствительность, <i>усл.ед.</i>	–	Темпометрия	ТО, ОК, ЭКО, ОСД
«Чувство» времени, реакция антиципации, <i>с</i>	0,05 – 0,2	РДО	То же

Таблица А₂ – Группа скоростно-силовых видов спорта

Наименование параметров контроля	Диапазоны измерений	Методы измерений	В каких видах обследований применяется
Подсистема педагогического контроля			
Высота прыжка вверх с места с участием рук, м	0,5 – 1,5	Подометрия, лента Абалакова, электрохронометрия	ТО, ОК, ЭКО, НИР
Время пробегания фиксированного расстояния (30 м), с	3,0 – 5,0	Фотохронометрия	То же
Статическая сила стопы, кГ	150 – 500	Динамокорпометрия	То же

Продолжение табл. А₂

Количество приседаний со штангой на плечах 100-200% собственной массы, кол. раз	1 – 10	-	ТО, ОК, ЭКО, НИР
Скорость разбега при входе в толчок в прыжках, м/с	5 – 10	Фотохронометрия	ТО, ОК, ЭКО, ОСД, НИР
Время пробегания фиксированного участка пути в прыжках в длину по движению, с:			
- 100 м	10,3 – 11,5	То же	То же
- 50 м	5,4 – 6,5		
- 30 м	3,6 – 4,2		
Прыжок в длину с разбега, м:			
- с 7-8 шагов	6,10 – 7,61	Дистанциометрия, ихнография	ТК, ОК, ЭКО, ОСД, НИР
- с 11-12 шагов	6,30 – 7,60		
Длина бегового шага, м	0,5 – 3,0	Подография	То же
Метание ядра двумя руками (мужчины), м	13,5 – 17,0	Дистанциометрия	ТК, ОК, ЭКО, НИР
Тройной прыжок с 10 шагов разбега (мужчины), м	15,0 – 16,0	То же	То же
Частота (темп) беговых движений, гЦ	2 – 5	Темпометрия, сейсмография, видеомагнитоскопия, кинематография	ТК, ОК, ЭКО, ОСД
Число беговых шагов на дистанции 100 м, кол. шаг	40 - 50	Сейсмография, подография, тензодинамография, видеомагнитоскопия	То же

Продолжение табл. А₂

Подсистема биомеханического контроля			
Максимальная сила отдельных мышечных групп, Н	100 – 3000	Динамокорпометрия	ТК, ОК, ЭКО, НИР
Время реакции на выстрел стартера (время покидания стартовых колодок), с	0,2 – 0,5	Хронорефлексометрия	ТК, ОК, ЭКО, ОС, НИР
Усилия взаимодействия спортсмена с опорой, Н:			
- по горизонтали	0 – 3000	Динамокорпометрия, тензодинамометрия	То же
- по вертикали	0 – 10000		
- по трансверсали	0 – 1000		
Продолжительность опорной фазы в беге, с	0,1 – 0,2	Подометрия	То же
Продолжительность полетной фазы в беге, с	0,2 – 0,4	То же	То же
Ускорение линейное ОЦТ тела и его звеньев, м/с ² :		Акселерокорпография	ТК, ОК, ЭКО, ОСД, НИР
- по вертикали	0 – 100		
- по горизонтали	0 – 15		
- по трансверсали	0 – 10		
Угол в тазобедренном, коленном и голеностопном суставах, град.	0 – 180	Гониокорпография	То же
Скорость разбега на последнем шаге в прыжках в высоту, м/с	5 – 8	Фотохронометрия	ТК, ОК, ОСД, ЭКО, НИР

Продолжение табл. А₂

Скорость вылета ОЦТ в прыжках, м/с	8 – 10	Кинематография, киноциклография, видеомагнитоскопия	ТК, ОК, ОСД, ЭКО, НИР
Вектор усилия в фазе отталкивания		Тензодинамометрия	ЭКО, ТК, УКО, НИР
Угол вылета ОЦТ в прыжке в длину, град.	15 – 24	Кинематография, видеомагнитоскопия	То же
Длина полетной фазы в тройном прыжке, м	3 – 7	То же	То же
Длина последних шагов перед отталкиванием в прыжках в длину, м	2 – 2,5	Подометрия, кинематография видеомагнитоскопия	То же
Соотношения длительности фаз торможения (амортизации) и отталкивания, отн. ед.:		Кинематография, подография, видеомагнитоскопия	То же
- в беге на 100 м	0,57		
- в беге на 400 м	0,89		
Угол вылета снаряда, град.:		Кинематография	ОК, ТК, НИР, ЭКО, ОСД
- копья	35 – 38		
- диска	33 – 36		
- ядра	38 – 39		
- молота	43 – 44		
Начальная скорость вылета снаряда, м/с:		Акселерометрия, кинематография	ОК, ТК, НИР, ЭКО, ОСД
- копья	10 – 30		
- диска	15 – 25		
- ядра	10 – 25		
- молота	20 – 30		
Подсистема медико-биологического контроля			
ЧСС, уд/мин	50 – 220	Пульсометрия	УКО, ТК, ЭКО, УКО, ОСД, НИР
АД в норме и при нагрузке, мм рт. ст.:		Сфигмоманометрия	То же
СД	85 – 200		
ДД	70 – 100		

Продолжение табл. А₂

Биопотенциалы сердца: амплитуда, <i>мв</i> частота, <i>гц</i> продолжительность фаз (зубцов), <i>с</i>	0,1 – 5,0 0,3 – 100 0,01 – 0,5	Электрокардиография	ТК, ЭКО, УКО, ОСД, НИР
Параметры сократительной функции миокарда МОК, <i>л/мин</i>	– 6 – 40	Поликардтография (ПКГ) ПКГ, тетраполярная реография (грудная)	ЭКО, УКО, НИР То же
Систолический объем крови, <i>мл</i>	60 – 200	ПКГ, тетраполярная реография (грудная)	ЭКО, УКО, НИР
Параметры внешнего дыхания: ЧД, <i>дых/мин</i> МВЛ, <i>л</i>	10 – 50 50 – 90	Пневмотахометрия Спирометрия	ТО, ОК, ЭКО, УКО, НИР
<i>Параметры ЦНС</i>			
Время сенсомоторных реакций на простые и сложные раздражители, <i>с</i>	0,05 – 0,5	Хронорефлексометрия	ТО, ЭКО, УКО, ОСД, НИР
Физиологический тремор: амплитуда, <i>мкм</i> частота, <i>гц</i>	20 – 2000 2 – 100	Треморометрия, треморография	ТО, ОК, ЭКО, ОСД, НИР
Вестибулярная устойчивость: амплитуда колебаний ОЦМТ, <i>мм</i> частота, <i>гц</i>	0,1 – 100 20 – 30	Стабилография, вестибулометрия	ТО, ОК, ЭКО, УКО
Тонус мышц, миотон: напряжение; расслабление	100 – 150 70 – 100	Миотонометрия	ТО, ОК, ЭКО, ОСД
Биопотенциалы Мышц (ЭМГ):		Электромиография	ТК, ОК, ЭКО, НИР

Продолжение табл. А₂

амплитуда, мв частота, гц	0,01 – 5,0 10 – 500		
<i>Пробы и тесты</i>			
Ортостатическая проба: изменение ЧСС, уд/мин изменение АД, мм рт. ст.	10 – 40 5 – 15	Пульсометрия, Сфигмоманометрия	ЭКО, УКО НИР
Проба на вестибулярную устойчивость: проба Ромберга, с проба Яроцкого, с	1 – 120 1 – 180	Хронометрия	НИР
Тестирование общей и специальной работоспособности с помощью спец-тестов и тренажеров	–	Тестирование, хронометрия, пульсометрия	ТК, ЭКО, НИР
Подсистема психологического контроля			
Латентное время реакции, мс простой сложной	150 – 250 200 – 300	Хронорефлексометрия	ТК, ЭКО, УКО, НИР
«Чувство» времени, реакция антиципации, с	0,05 – 0,2	РДО	То же
Электрическое сопротивление кожи (ЭКС): амплитуда, ом частота, гц	10 ³ – 10 ⁶ 0 – 0,5	Биометрия	То же
Тремор: амплитуда, мкм частота, гц	20 – 2000 2 – 100	Виброметрия, сейсмометрия	То же
Максимальная частота движений (теппинг-тест), кол. дв./10 с	50 – 100	Частотометрия	То же

**Приложение Б – ВАРИАНТЫ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНДЕКСА
ГАРВАРДСКОГО СТЕП-ТЕСТА (ИГСТ)**

**Таблица Б₁ - для нахождения ИГСТ по полной форме у взрослых
людей (t = 5 мин)**

Σ f	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
80	188	185	183	181	179	176	174	172	170	168
90	167	165	163	161	160	158	156	155	153	152
100	150	148	147	146	144	143	142	140	139	138
110	136	135	134	133	132	130	129	128	127	126
120	125	124	123	122	121	120	118	118	117	116
130	115	114	114	113	112	111	110	110	119	108
140	107	106	106	105	104	103	103	102	101	101
150	100	99	99	98	97	97	96	96	95	94
160	94	93	93	92	92	91	90	90	89	89
170	88	88	87	87	86	86	85	85	84	84
180	83	82	82	82	82	81	81	80	80	79
190	79	78	78	78	77	77	76	76	76	75
200	75	75	74	74	74	73	73	72	72	72
210	71	71	71	70	70	70	69	69	69	68
220	68	67	67	67	67	67	66	66	66	66
230	65	65	65	64	64	64	64	63	63	63
240	62	62	62	62	61	61	61	61	60	60
250	60	60	60	59	59	59	59	58	58	58
260	58	57	57	57	57	57	56	56	56	56
270	56	55	55	55	55	55	54	54	54	54
280	54	53	53	53	53	53	52	52	52	52
290	52	52	51	51	51	51	51	50	50	50

**Таблица Б₂ – для нахождения индексов гарвардского степ-теста
(ИГСТ) по сокращенной форме у взрослых людей (t = 5 мин)**

Σ f	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	182	176	171	165	160	156	152	147	144	140
40	136	133	130	127	124	121	119	116	114	111
50	109	107	105	103	101	99	97	96	94	92
60	91	89	88	87	85	84	83	81	80	79
70	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69
80	68	67	67	66	65	64	63	63	62	61
90	61	60	59	59	58	57	57	56	56	55
100	55	54	53	53	52	52	51	51	50	50
110	50	49	49	48	48	47	47	47	46	46

**Таблица Б₃ – ИГСТ в зависимости от времени восхождения
(сокращенная форма)**

Пульс за первые 30 с со 2-й минуты восстановления												
Время, мин	40- 44	45- 49	50- 54	55- 59	60- 64	65- 69	70- 74	75- 79	80- 84	85- 89	90- 94	95- 99
0 – 0,5	6	6	5	5	4	4	4	4	3	3	3	3
0,5 – 1,0	19	17	16	14	13	12	11	11	10	9	9	8
1,0 – 1,5	32	29	26	24	22	20	19	18	17	16	15	14
1,5 – 2,0	45	41	38	34	31	29	27	25	23	22	21	20
2,0 – 2,5	58	52	47	43	40	36	34	32	34	28	27	25
2,5 – 3,0	71	64	58	53	48	45	42	39	37	34	33	31
3,0 – 3,5	84	75	68	62	57	53	49	46	43	41	39	37
3,5 – 4,0	97	87	79	72	66	61	57	53	50	47	45	42
4,0 – 4,5	110	98	89	82	75	70	65	61	57	54	51	48
4,5 – 5,0	123	110	100	91	84	77	72	68	63	60	57	54
5,0	129	116	105	96	88	82	77	71	67	63	60	56

Приложение В – ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ НОРМАЛЬНОГО ОСНОВНОГО ОБМЕНА

Таблица В₁ – определения основного обмена по Гаррису-Бенедикту
Фактор массы тела (МТ), кг

Подростки и юноши						Девочки и девушки					
МТ	ккал	МТ	ккал	МТ	ккал	МТ	ккал	МТ	ккал	МТ	ккал
15	272	44	672	73	1070	15	798	44	1076	73	1353
16	286	45	685	74	1084	16	808	45	1085	74	1365
17	300	46	689	75	1098	17	818	46	1095	75	1372
18	313	47	713	76	1112	18	827	47	1105	76	1382
19	327	48	727	77	1125	19	837	48	1114	77	1391
20	341	49	740	78	1139	20	846	49	1124	78	1401
21	355	50	754	79	1153	21	856	50	1133	79	1411
22	368	51	768	80	1167	22	865	51	1143	80	1420
23	382	52	792	81	1180	23	876	52	1152	81	1430
24	396	53	795	82	1194	24	885	53	1162	82	1439
25	410	54	809	83	1208	25	894	54	1172	83	1449
26	424	55	823	84	1222	26	904	55	1181	84	1458
27	438	56	837	85	1235	27	913	56	1191	85	1468
28	452	57	850	86	1249	28	923	57	1200	86	1478
29	465	58	864	87	1263	29	932	58	1210	87	1487
30	479	59	878	88	1277	30	942	59	1219	88	1497
31	492	60	892	89	1290	31	952	60	1229	89	1506
32	507	61	905	90	1304	32	961	61	1238	90	1516
33	520	62	918	91	1318	33	971	62	1248		
34	534	63	933	92	1332	34	980	63	1258		

Приложение Г

ТАБЛИЦЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММАРНЫХ БЕГОВЫХ НАГРУЗОК ДЛЯ ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ КВАЛИФИКАЦИИ III РАЗРЯДА – КМС

Таблица Г₁ – беговых нагрузок 100%-макс. величины качественного объема (ВКО) у спортсменов-бегунов на короткие дистанции 100, 200 и 400 м относительно результатов 11,9 с – 24,3 с – 54,0 с соответственно

Количество повторений	Индекс, % - макс. ВКО	Отрезок, м							
		100	150	200	250	300	400	500	600
		Результат, мин. с							
1	100	11,9	17,9	24,3	31,1	38,5	54,0[■]	<i>1.10,8</i>	<i>1.28,4</i>
2	50	11,9	17,9	24,3	31,7	39,7	56,9	<i>1.14,8</i>	<i>1.33,5</i>
3	33	11,9	18,35	25,3	32,8	41,2	59,6	<i>1.18,2</i>	<i>1.37,7</i>
4	25	11,9	18,75	26,1	33,9	42,7	61,8	<i>1.21,1</i>	<i>1.41,1</i>
5	20	12,15	19,15	26,9	34,8	43,9	63,6	<i>1.23,5</i>	<i>1.44,1</i>
6	17	12,3	19,5	27,5	35,7	45,0	65,1	<i>1.25,6</i>	<i>1.46,9</i>
7	14	12,45	19,9	28,1	36,4	46,0	66,6	<i>1.27,5</i>	<i>1.49,2</i>
8	12,5	12,6	20,3	28,7	37,2	47,0	67,8	<i>1.21,1</i>	<i>1.51,2</i>
9	11	12,75	20,65	29,2	37,9	47,9	68,9	<i>1.30,5</i>	<i>1.53,0</i>
10	10	12,85	21,0	29,7	38,6	48,7	69,9	<i>1.31,7</i>	<i>1.54,5</i>
11	9	13,0	21,3	30,2	39,2	49,5	70,8	<i>1.32,9</i>	<i>1.55,9</i>
12	8,5	13,15	21,6	30,7	39,9	50,2	71,7	<i>1.34,0</i>	<i>1.57,3</i>
13	8	13,3	21,95	31,1	40,5	50,9	72,5	<i>1.35,1</i>	<i>1.58,7</i>
14	7	13,45	22,25	31,5	41,0	51,5	73,3	<i>1.36,1</i>	<i>1.59,9</i>
15	6,5	13,6	22,6	31,9	41,5	52,1	74,1	<i>1.37,1</i>	<i>2.01,2</i>
16	6,3	13,75	22,9	32,3	42,0	52,6	74,8	<i>1.38,0</i>	<i>2.02,4</i>
17	6	13,9	23,2	32,6	42,5	53,1	75,5	<i>1.38,9</i>	<i>2.03,5</i>
18	5,5	14,05	23,5	33,0	42,9	53,5	76,1	<i>1.39,7</i>	<i>2.04,5</i>
19	5,3	14,2	23,8	33,3	43,3	53,9	76,7	<i>1.40,5</i>	<i>2.05,5</i>

■ – цифровые значения, набранные жирным шрифтом, разделяют зону скоростей бега на дистанциях до 400 м (обычный шрифт) и зону скоростей в режиме бега дистанций свыше 400 м (курсивом).

Таблица Г₂ – беговых загрузок 100%-макс. величины качественного объема (ВКО) у спортсменов-бегунов на короткие дистанции 100, 200 и 400 м относительно результатов 11,7 с – 23,8 с – 53,0 с соответственно

Количество повторений	Индекс, % - макс. ВКО	Отрезок, м							
		100	150	200	250	300	400	500	600
		Результат, мин. с							
1	100	11,7	17,6	23,8	30,5	37,8	53,0	1.09,5	1.26,8
2	50	11,7	17,6	23,8	31,1	39,0	55,9	1.13,5	1.31,9
3	33	11,7	18,05	24,7	32,2	40,5	58,5	1.16,8	1.35,9
4	25	11,7	18,4	25,6	33,2	41,9	60,6	1.19,6	1.39,3
5	20	11,95	18,8	26,3	34,2	43,1	62,4	1.22,0	1.42,4
6	17	12,1	19,2	27,0	35,0	44,2	63,9	1.24,0	1.45,0
7	14	12,25	19,6	27,5	35,7	45,2	65,4	1.25,9	1.47,2
8	12,5	12,35	19,95	28,1	36,4	46,1	66,6	1.27,4	1.49,2
9	11	12,5	20,3	28,6	37,1	47,0	67,6	1.28,8	1.50,9
10	10	12,65	20,65	29,1	37,8	47,8	68,6	1.30,0	1.52,4
11	9	12,8	21,3	29,6	38,5	48,6	69,5	1.31,1	1.53,8
12	8,5	12,95	21,25	30,1	39,1	49,3	70,4	1.32,2	1.55,2
13	8	13,1	21,6	30,5	39,7	50,0	71,2	1.33,3	1.56,5
14	7	13,25	21,9	30,9	40,2	50,6	72,0	1.34,3	1.57,8
15	6,5	13,4	22,2	31,3	40,7	51,2	72,7	1.35,3	1.59,0
16	6,3	13,5	22,5	31,6	41,2	51,7	73,4	1.36,2	2.00,1
17	6	13,65	22,8	31,9	41,7	52,1	74,1	1.37,1	2.01,1
18	5,5	13,8	23,1	32,2	42,1	52,6	74,7	1.37,9	2.02,2
19	5,3	13,9	23,4	32,5	42,5	53,1	75,3	1.38,7	2.03,3

Таблица Г₃ – беговых загрузок 100%-макс. величины качественного объема (ВКО) у спортсменов-бегунов на короткие дистанции 100, 200 и 400 м относительно результатов 11,4 с – 23,4 с – 52,0 с соответственно

Количество повторений	Индекс, % - макс. ВКО	Отрезок, м							
		100	150	200	250	300	400	500	600
		Результат, мин. с							
1	100	11,4	17,2	23,4	30,0	37,1	52,0	1.08,2	1.25,1
2	50	11,4	17,2	23,4	30,5	38,2	54,8	1.12,1	1.30,1
3	33	11,4	17,6	24,3	31,6	39,7	57,4	1.15,2	1.34,0
4	25	11,4	18,0	25,1	32,7	41,1	59,5	1.18,1	1.37,3
5	20	11,65	18,4	25,9	33,6	42,3	61,2	1.20,4	1.40,2
6	17	11,75	18,75	26,5	34,4	43,4	62,7	1.22,5	1.42,9
7	14	11,9	19,15	27,1	35,1	44,3	64,1	1.24,2	1.45,1
8	12,5	12,05	19,5	27,6	35,8	45,2	65,3	1.25,8	1.47,0
9	11	12,2	19,85	28,1	36,5	46,1	66,4	1.27,1	1.48,7
10	10	12,35	20,15	28,6	37,2	46,9	67,3	1.28,3	1.50,2
11	9	12,5	20,45	29,1	37,9	47,7	68,2	1.29,4	1.51,6
12	8,5	12,6	20,75	29,5	38,5	48,4	69,1	1.30,5	1.52,9
13	8	12,75	21,1	30,0	39,0	49,0	69,8	1.31,5	1.54,2
14	7	12,9	21,4	30,4	39,5	49,6	70,6	1.32,5	1.55,5
15	6,5	13,05	21,7	30,8	40,0	50,2	71,3	1.33,5	1.56,6
16	6,3	13,15	22,0	31,1	40,5	50,7	72,0	1.34,4	1.57,7
17	6	13,3	22,3	31,4	41,0	51,1	72,7	1.35,3	1.58,8
18	5,5	13,45	22,6	31,7	41,5	51,6	73,3	1.36,1	1.59,8
19	5,3	13,55	22,9	32,0	42,0	52,1	73,9	1.36,9	2.00,8

Таблица Г₄ – беговых загрузок 100%-макс. величины качественного объема (ВКО) у спортсменов-бегунов на короткие дистанции 100, 200 и 400 м относительно результатов 11,2 с – 23,0 с – 51,0 с соответственно

Количество повторений	Индекс, % - макс. ВКО	Отрезок, м							
		100	150	200	250	300	400	500	600
		Результат, мин. с							
1	100	11,2	16,9	23,0	29,4	36,4	51,0	1.06,9	1.23,5
2	50	11,2	16,9	23,0	29,9	37,5	53,8	1.10,7	1.28,3
3	33	11,2	17,3	23,9	31,0	39,0	56,3	1.13,9	1.32,3
4	25	11,2	17,7	24,7	32,0	40,3	58,4	1.16,6	1.35,6
5	20	11,45	18,05	25,4	32,9	41,5	60,1	1.18,9	1.38,5
6	17	11,6	18,4	26,0	33,7	42,6	61,5	1.20,9	1.41,0
7	14	11,75	18,8	26,6	34,4	43,5	62,9	1.22,6	1.43,2
8	12,5	11,85	19,15	27,1	35,1	44,4	64,1	1.24,2	1.45,0
9	11	11,95	19,5	27,6	35,8	45,2	65,1	1.25,5	1.46,7
10	10	12,1	19,8	28,1	36,5	46,0	66,0	1.26,7	1.48,2
11	9	12,25	20,1	28,55	37,1	46,8	66,9	1.27,7	1.49,5
12	8,5	12,4	20,4	29,0	37,7	47,5	67,7	1.28,8	1.50,8
13	8	12,55	20,7	29,45	38,3	48,1	68,5	1.29,8	1.52,1
14	7	12,65	21,0	29,9	38,8	48,7	69,3	1.30,8	1.53,3
15	6,5	12,8	21,3	30,2	39,3	49,3	70,0	1.31,7	1.54,5
16	6,3	12,95	21,6	30,5	39,7	49,8	70,7	1.32,6	1.55,6
17	6	13,1	21,9	30,85	40,2	50,2	71,3	1.33,4	1.56,6
18	5,5	13,2	22,6	31,2	40,6	50,6	71,9	1.34,2	1.57,6
19	5,3	13,3	22,5	31,5	41,0	51,0	72,5	1.35,0	1.58,6

Таблица Г₅ – беговых загрузок 100%-макс. величины качественного объема (ВКО) у спортсменов-бегунов на короткие дистанции 100, 200 и 400 м относительно результатов 11,0 с – 22,5 с – 50,0 с соответственно

Количество повторений	Индекс, % - макс. ВКО	Отрезок, м							
		100	150	200	250	300	400	500	600
		Результат, мин. с							
1	100	11,0	16,6	22,5	28,8	35,7	50,0	1.05,6	1.21,9
2	50	11,0	16,6	22,5	29,3	36,8	52,7	1.09,3	1.26,7
3	33	11,0	17,0	23,4	30,4	38,2	55,2	1.12,5	1.30,5
4	25	11,0	17,35	24,2	31,4	39,6	57,2	1.15,1	1.33,7
5	20	11,25	17,75	24,9	32,3	40,7	58,9	1.17,4	1.36,4
6	17	11,35	18,1	25,5	33,0	41,8	60,3	1.19,3	1.39,0
7	14	11,5	18,45	26,0	33,7	42,7	61,7	1.21,0	1.41,2
8	12,5	11,6	18,85	26,5	34,4	43,5	62,8	1.22,5	1.43,0
9	11	11,75	19,15	27,0	35,1	44,4	63,8	1.23,8	1.44,7
10	10	11,9	19,45	27,5	35,7	45,2	64,7	1.25,0	1.46,1
11	9	12,05	19,75	28,0	36,3	45,9	65,6	1.26,1	1.47,4
12	8,5	12,15	20,05	28,4	36,9	46,6	66,4	1.27,1	1.48,7
13	8	12,3	20,35	28,8	37,5	47,2	67,2	1.28,1	1.49,9
14	7	12,45	20,65	29,2	38,0	47,8	67,9	1.29,0	1.51,1
15	6,5	12,6	20,95	29,55	38,5	48,3	68,6	1.29,9	1.52,3
16	6,3	12,7	21,2	29,9	38,9	48,8	69,3	1.30,8	1.53,4
17	6	12,85	21,45	30,2	39,3	49,2	69,9	1.31,6	1.54,4
18	5,5	13,0	21,65	30,5	39,7	49,6	70,5	1.32,4	1.55,4
19	5,3	13,1	21,9	30,8	40,1	50,0	71,1	1.33,2	1.56,4

Таблица Г₆ – беговых загрузок 100%-макс. величины качественного объема (ВКО) у спортсменов-бегунов на короткие дистанции 100, 200 и 400 м относительно результатов 10,8 с – 22,1 с – 49,0 с соответственно

Количество повторений	Индекс, % - макс. ВКО	Отрезок, м							
		100	150	200	250	300	400	500	600
		Результат, мин. с							
1	100	10,8	16,3	22,1	28,3	35,0	49,0	1.04,3	1.20,3
2	50	10,8	16,3	22,1	28,8	36,1	51,7	1.08,0	1.25,0
3	33	10,8	16,7	23,0	29,85	37,5	54,1	1.11,0	1.28,7
4	25	10,8	17,05	23,75	30,85	38,8	56,1	1.13,6	1.31,8
5	20	11,0	17,4	24,4	31,7	39,9	57,7	1.15,8	1.34,5
6	17	11,15	17,75	25,0	32,45	40,9	59,1	1.17,8	1.37,1
7	14	11,3	18,15	25,55	33,1	41,8	60,4	1.19,4	1.39,2
8	12,5	11,4	18,5	26,1	33,8	42,7	61,6	1.20,9	1.41,0
9	11	11,55	18,8	26,6	34,5	43,5	62,5	1.22,2	1.42,6
10	10	11,65	19,1	27,0	35,1	44,3	63,4	1.23,3	1.44,0
11	9	11,8	19,4	27,45	35,7	45,0	64,3	1.24,3	1.45,3
12	8,5	11,95	19,7	27,9	36,3	45,7	65,1	1.25,3	1.46,6
13	8	12,1	20,0	28,3	36,8	46,3	65,8	1.26,3	1.47,8
14	7	12,2	20,25	28,7	37,3	46,8	66,5	1.27,2	1.49,0
15	6,5	12,35	20,55	29,05	37,8	47,3	67,2	1.28,1	1.50,1
16	6,3	12,45	20,85	29,35	38,2	47,8	67,9	1.29,0	1.51,1
17	6	12,6	21,15	29,7	38,7	48,3	68,5	1.29,8	1.52,1
18	5,5	12,7	21,4	30,0	39,1	48,7	69,1	1.30,6	1.53,1
19	5,3	12,8	21,7	30,3	39,5	49,1	69,7	1.31,4	1.54,1

Таблица Г₇ – беговых загрузок 100%-макс. величины качественного объема (ВКО) у спортсменов-бегунов на короткие дистанции 100, 200 и 400 м относительно результатов 10,6 с – 21,7 с – 48,0 с соответственно

Количество повторений	Индекс, % - макс. ВКО	Отрезок, м							
		100	150	200	250	300	400	500	600
		Результат, мин. с							
1	100	10,6	16,0	21,7	27,7	34,3	48,0	1.03,0	1.18,7
2	50	10,6	16,0	21,7	28,2	35,4	50,6	1.06,6	1.23,3
3	33	10,6	16,4	22,55	29,2	36,7	53,0	1.09,6	1.27,0
4	25	10,6	16,75	23,3	30,2	38,0	54,9	1.12,1	1.30,0
5	20	10,8	17,1	24,0	31,0	39,1	56,9	1.14,3	1.32,6
6	17	10,95	17,45	24,6	31,8	40,1	57,9	1.16,2	1.35,2
7	14	11,1	17,8	25,1	32,4	41,	59,2	1.17,8	1.37,2
8	12,5	11,2	18,15	25,6	33,1	41,8	60,3	1.19,2	1.39,0
9	11	11,35	18,45	26,1	33,7	42,6	61,2	1.20,5	1.40,6
10	10	11,45	18,75	26,6	34,4	43,4	62,1	1.21,6	1.41,9
11	9	11,6	19,05	27,0	35,0	44,1	62,9	1.22,6	1.43,2
12	8,5	11,7	19,35	27,4	35,5	44,7	63,7	1.23,6	1.44,4
13	8	11,85	19,6	27,8	36,0	45,3	64,5	1.24,6	1.45,6
14	7	12,0	19,9	28,2	36,5	45,9	65,2	1.25,5	1.46,8
15	6,5	12,15	20,2	28,5	37,0	46,4	65,9	1.26,4	1.47,9
16	6,3	12,25	20,5	28,8	37,4	46,8	66,5	1.27,2	1.48,9
17	6	12,4	20,75	29,1	37,8	47,2	67,1	1.28,0	1.49,8
18	5,5	12,5	21,0	29,4	38,2	47,6	67,7	1.28,8	1.50,8
19	5,3	12,6	21,25	29,7	38,6	48,0	68,3	1.29,6	1.51,8

Навчальне видання

ГОРЛОВ Анатолій Серафімович

ГАЛИЦЯ Віталій Іванович

**ДІАГНОСТИКА ТА ПЕДАГОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ТЕХНІЧНОЇ І ФІЗИЧНОЇ
ПІДГОТОВЛЕНOSTІ ЛЕГКОАТЛЕТІВ В СПРИНТІ, СТРИБКАХ У ДОВЖИНУ
ТА МЕТАННІ СПИСУ**

Навчально-методичний посібник
для студентів спеціальності 017 – «Фізична культура і спорт», тренерів та викладачів
фізичного виховання

Роботу для видання рекомендував проф. О.В. Горілий

В авторській редакції

План 2015 р., поз. 6

Підп. до друку __. __. __. Формат 60×84 1/16. Папір друк. №2.
Друк – ризографія. Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. __.
Наклад 100 прим. Зам № _____. Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ «ХП».
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 116 від 10.07.2004 р.
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21.

ТОВ «Видавництво «Підручник "НТУ"»

